
A 3 9015 00385 055 2
University of Michigan – BUHR

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME IV.

PARIS.
CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,
LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1843.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

MM.

Cordier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, président.

De Bonnard, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences.

Migneron. inspecteur général.

Héricart de Thury, inspect. gén., membre de l'Académie des sciences.

Berthier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, profess. de chimie.

Garnier, inspecteur général.

Guenyveau, inspecteur général adjoint.

Cheron, inspecteur général adjoint.

Thirria, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

MM.

Dufrénoy, ingénieur en chef, inspect. des études de l'École des mines, membre de l'Académie des sciences, profess. de minéralogie.

Élie de Beaumont, ingén. en chef, membre de l'Académie des sciences, profess. de géologie.

Combes, ingénieur en chef, prof. d'exploitation des mines.

Le Play, ingénieur en chef, professeur de métallurgie, secrét. de la commission de statistique de l'industrie minérale.

De Cheppe, chef de la division des mines.

De Boureuille, ingénieur, secrétaire de la commission.

Ebelmen, ingénieur, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics*, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 8 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
rue Racine, 28, près de l'Odéon.

MÉMOIRE

Sur les fusées de sûreté employées en Angleterre pour le tirage à la poudre.

Par M. LE CHATELIER, Ingénieur des mines.

Les fusées de sûreté ont été inventées dans le comté de Cornwall, par William Bickford, et de là elles se sont répandues dans toute l'Angleterre, où leur usage est devenu général. La patente accordée à William Bickford est en date du 6 septembre 1831; sa fabrique, qui alimente toute la Grande-Bretagne et les mines anglaises au Mexique, au Pérou, au Chili et en Italie, est établie à Camborne, dans le Cornwall, et exploitée sous la raison Bickford, Smith et Davey. Une succursale a été établie depuis quatre années environ en Amérique. Cette ingénieuse invention résume les perfectionnements les plus importants apportés à l'opération du tirage à la poudre. Exposé.

M. Combes, qui avait vu ces fusées en usage dans le Cornwall en 1833, et en avait rapporté quelques échantillons, les a fait connaître par un passage de son mémoire sur l'exploitation des mines du Cornwall et du Devon, *Annales des mines*, tome V, page 348, et par un extrait du *London Journal and Repertory*, du mois de décembre 1835, qu'il a inséré dans le tome X des *Annales des mines*, page 348; depuis cette époque, il les a décrites chaque année dans son cours d'exploitation. Introduction des fusées en France.

Jusqu'à l'année 1842, à ma connaissance, deux Premiers essais.

tentatives seulement avaient été faites en France pour leur introduction dans les mines : à la mine de Poullaouen, où leur emploi ne s'est pas généralisé pour plusieurs motifs qui seront indiqués plus loin, et à la mine de houille de Languin, près de Nantes, exploitée pendant ces dernières années par une compagnie et des ouvriers anglais, qui avaient apporté avec eux les procédés de leur pays, et employaient couramment les fusées pour le tirage à la poudre, malgré les difficultés très-grandes que présentait leur importation en France. Un essai fort incomplet que j'avais eu l'occasion de faire en 1841, dans les carrières d'ardoises d'Angers, aurait probablement déterminé leur adoption immédiate sur cet important groupe d'exploitations, si elles avaient été dès cette époque répandues dans le commerce.

Fabrication en France.

Au moment où M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics me chargeait de lui adresser une notice détaillée sur l'emploi et la préparation des fusées de sûreté, dont il désirait voir l'usage se propager en France, les fabricants anglais, après avoir pris un brevet d'importation, établissaient un dépôt à Rouen, et se mettaient en mesure de créer une fabrique dans cette ville. Cette fabrique est maintenant en activité et peut produire des quantités considérables de fusées (1).

Description de la fusée.

La fusée de sûreté (safety fuse) se compose essentiellement d'une corde en chanvre ou en coton dont l'âme est formée par un filet continu

(1) Le dépôt général est tenu par M. Trestrail, rue des Trois-Amis, aux Chartreux, à Rouen. — Un dépôt spécial est établi chez M. Chanu fils, rue Béthizy, n° 21, à Paris.

de poudre fine; elle est recouverte d'un ruban roulé en hélice à la surface, et protégée contre l'action de l'humidité par un enduit de goudron ou de résine. On fabrique deux sortes de fusées : dans la fusée ordinaire (common fuse) pour le tirage à la poudre dans les terrains secs, la corde est formée de 9 fils de chanvre ou de coton enroulés de gauche à droite en hélices parallèles et jointives autour de l'âme en poudre qu'ils serrent fortement; le ruban extérieur est formé de 5 fils plus fins que les précédents, enroulés de droite à gauche en hélices juxta-posées, mais non jointives; les premières hélices sont inclinées de 30° sur l'axe, et les dernières de 45° environ; les vides laissés entre celles-ci sont remplis par le goudron qui forme un enduit général et imbibe en partie les premiers fils sans pénétrer jusqu'à la poudre. Cet assemblage forme un tout flexible, mais d'une grande dureté, qu'une pression considérable ne pourrait pas écraser et qu'une pierre anguleuse et dure, chassée par un choc violent, couperait difficilement.

Pour le tirage sous l'eau ou dans des roches aquifères, on fabrique des fusées spéciales (sump fuse) en recouvrant la fusée ordinaire d'un ruban semblable à celui qui a été décrit plus haut, enroulé en sens inverse ou dans le même sens, le tout enduit de goudron à plusieurs reprises; quelquefois même on intercale entre les deux rubans composés de fils justa-posés un ruban ordinaire goudronné.

Composition de la poudre.

Les fusées renferment 11 à 12 grammes de poudre par mètre courant. Deux échantillons de poudre analysés à l'École des mines ont donné approximativement les dosages suivants :

	Fusées ordinaires.	Fusées spéciales.
Nitre.	73,00	77,00
Charbon.	15,50	13,50
Soufre.	11,50	9,50
Total. . .	100,00	100,00

Ces différences de composition correspondent à des différences de qualité reconnues par les fabricants anglais entre les deux sortes de poudre qu'ils achètent au commerce.

Principes de la fabrication.

Je me contenterai d'indiquer ici le principe de cette fabrication sur laquelle on trouvera de plus amples renseignements dans le brevet d'importation pris en 1842 par le mandataire de la compagnie Bickford, Smith et Davey.

La machine se compose essentiellement d'une trémie conique fixe, portée par des supports en fonte et remplie de poudre. La trémie est en contact par sa base inférieure avec la grande base d'un tronc de cône mobile, percé suivant son axe d'un trou conique formant entonnoir, et sur plusieurs points de la base de trous disposés sur une même circonférence et venant déboucher sur la petite base très-près du trou central; cette pièce porte les bobines sur lesquelles sont enroulés les fils de chanvre destinés à former la corde. Les fils passent dans les trous distribués symétriquement sur une même circonférence autour de l'entonnoir, viennent converger à leur sortie et forment un faisceau qui se courbe à angle droit sur une poulie de renvoi; la poudre, dont l'écoulement est réglé par la trémie, tombe en filet continu et tend à remplir le vide conique que laissent entre eux les fils convergents; on imprime un mouvement de rotation rapide au tronc de cône qui entraîne avec lui les bobines; les fils se tordent et se

commettent en enveloppant la poudre que la trémie débite d'une manière continue. La corde ainsi fabriquée est ensuite recouverte d'un ruban qui l'empêche de se détordre et enduite de goudron. (La *fig.* 15 de la *Pl. IX* du tome X des *Annales des mines*, 3e série, quoique fort incomplète, facilitera l'intelligence des détails qui précèdent.)

La corde, fabriquée en France, est coupée par portions de 10 mètres, et enroulée en paquets semblables aux bottes de fil de fer.

Cette fabrication, très-simple en principe, a présenté dans le commencement de très-grandes difficultés de détail, que MM. Bickford et compagnie sont parvenus à surmonter complétement; les produits qu'ils livrent maintenant au commerce sont d'une exécution parfaite. En Angleterre les fusées se vendent à la fabrique 7 pences (0f.,728) le paquet de 24 pieds anglais ou de 7m,20 de longueur, soit 0f.,10 le mètre courant. En France le prix est fixé à 1 fr. par paquet de 10 mètres pour les fusées ordinaires, et à 1f.,50 pour les fusées destinées au tirage sous l'eau, soit 0f.,10 le mètre courant pour les premières et 0f.,15 pour les dernières. Le prix élevé de la poudre de chasse, s'il était nécessaire de l'employer pour cette fabrication, augmenterait en France le prix de revient du mètre de 0f.,05 (1). Prix des fusées.

L'usage des fusées de sûreté s'est rapidement propagé en Angleterre, où il est devenu presque général dans toutes les exploitations bien enten- Emploi des fusées.

(1) Une des conditions essentielles que doit remplir la poudre pour cette fabrication est d'être fine et lisse; parmi les poudres que l'on trouve dans le commerce en France, il n'y a que la poudre de chasse qui remplisse cette condition, et c'est pour cela que les fabricants l'a-

dues; il serait vivement à désirer, dans l'intérêt de l'humanité, qu'il se répandît également en France, où l'exécution des grands travaux publics dans lesquels le tirage à la poudre est nécessairement exécuté par des ouvriers moins exercés que les mineurs, est une cause fréquente d'accidents déplorables.

La fusée remplace les amorces ordinaires ou canettes formées de tuyaux de paille ou de cornets de papier remplis de poudre, et tient dans la bourre la place de l'épinglette, dont elle détermine la suppression complète; elle se prête parfaitement à l'emploi des cartouches, dont l'usage est recommandé dans tous les cas.

En Angleterre, lorsque le trou de mine est fortement incliné de haut en bas, l'ouvrier commence par y verser la moitié de la charge, il introduit ensuite dans le trou un bout de fusée d'une longueur suffisante pour qu'il reste quelques centimètres en saillie au-dessus de l'orifice du trou, il verse ensuite le reste de la poudre, met une bourre en papier et achève de bourrer le trou en y tassant fortement, avec le bourroir ordinaire, des débris de roches tendres, d'argile durcie ou de briques concassées; lorsque le trou est horizontal ou renversé il laisse la poudre enfermée dans la cartouche, dans laquelle le bout de la fusée a été introduit jusqu'au tiers ou à la moitié de sa longueur; il fixe ensuite la fusée à la cartouche en rabattant le papier tout autour, et

vaient adoptée d'abord; mais ils ont constaté qu'il était possible d'employer la poudre de guerre et même celle de mine réduite en grains fins et lissée, et c'est snr l'emploi de cette dernière que sera basée leur fabrication.

faisant une ligature avec un bout de ficelle. La cartouche est poussée au fond du trou avec la curette ou le bourroir, et la bourre est tassée pardessus; il convient dans tous les cas de tasser sur la cartouche ou sur la bourre de papier une pelote d'argile molle, qui intercepte toute communication avec la poudre et empêche les étincelles qui peuvent jaillir sous le choc du bourroir de l'enflammer. L'emploi des cartouches est indispensable dans le procédé ordinaire, pour diminuer autant que possible le nombre des accidents; quoique moins nécessaire avec les fusées de sûreté qui ne laissent entre elles et la bourre aucun interstice, on ne saurait trop recommander aux directeurs de travaux à la poudre d'en exiger l'emploi de leurs ouvriers.

Moyen particulier pour attacher la fusée à la cartouche.

En décomposant une fusée pour en reconnaître la structure, j'ai été conduit naturellement à un moyen très-simple pour la souder à la cartouche, je l'ai toujours employé avec succès; il consiste à dérouler le ruban goudronné qui enveloppe la corde, sur une longueur de 6 à 7 centimètres ou mieux deux ou trois des cinq fils qui forment ce ruban, à loger la corde ainsi dégagée de son enveloppe dans la cartouche, de telle sorte qu'elle plonge d'environ 5 centimètres dans la poudre; on applique la corde sur la paroi intérieure de la cartouche, on rabat les bords sur la corde et pardessus le papier, on enroule le ruban goudronné en le serrant fortement; le goudron, ramolli par la chaleur de la main, se soude sur le papier et sur lui-même, et la ligature ainsi formée est tellement solide qu'on ne peut arracher la fusée qu'en déchirant la cartouche sur toute sa circonférence. Par ce moyen on évite d'enfoncer dans

la poudre ou dans la cartouche une longueur de fusée aussi grande que par le procédé que j'ai indiqué d'abord. Lorsque le tassement de la poudre s'effectue par l'application de la première bourre la fusée est entraînée par la cartouche, et ne peut se séparer de la poudre, comme cela arriverait nécessairement, si elle était trop courte et n'était pas solidement fixée au papier.

Différents moyens pour mettre le feu à la cartouche.

Pour mettre le feu, on peut à volonté allumer directement la poudre ou l'envelopper de la fusée; dans le premier cas on émèche le bout de la corde en déroulant d'abord le ruban extérieur et ensuite la corde de manière à laisser la poudre apparente; on allume directement la poudre avec la flamme de la chandelle ou de la lampe, ou lorsqu'on travaille à ciel ouvert avec un morceau d'amadou incandescent ou une mèche soufrée. Dans le second cas, on déroule l'extrémité du ruban goudronné, on y met le feu, et la poudre ne s'enflamme que lorsque l'enveloppe de chanvre et de goudron est en partie brûlée; on peut encore, après avoir éméché la corde, mettre le feu à l'extrémité des fils de chanvre, la poudre ne tarde pas à s'enflammer, il n'est pas nécessaire que ces fils brûlent avec flamme, un seul fil en ignition peut communiquer le feu à la poudre.

Vitesse de combustion de la fusée.

Une fois que la poudre est enflammée, elle brûle graduellement et finit par mettre le feu à la charge. On annonce que la fusée serrée par la bourre, brûle avec une vitesse de 0^m,50 par minute. Cette vitesse est du reste d'autant moindre que la bourre est plus fortement tassée. La vitesse est beaucoup plus grande lorsqu'elle est entièrement libre, je l'ai trouvée égale à 1^m,25 environ. En augmentant au besoin la longueur de la por-

tion de fusée en saillie en dehors du trou, l'ouvrier peut se donner tout le temps nécessaire pour se mettre à l'abri des effets de l'explosion; mais dans presque tous les cas il suffit de laisser seulement quelques centimètres en saillie en dehors du trou. A l'air libre, la fusée ne laisse en brûlant que des cendres, mais dans la bourre elle laisse une masse de charbon dure et compacte, dans l'intérieur de laquelle il ne reste qu'un canal, ayant au plus un millimètre de diamètre, obstrué par des matières fuligineuses; il résulte de là que ce petit canal, analogue à la lumière des armes à feu, qui occasionne nécessairement une perte d'effet utile dans le tirage à l'épinglette, peut être considéré comme presque nul dans les fusées.

Précautions à prendre.

Il est essentiel, comme dans le procédé actuel, *de ne pas bourrer* avec des débris de roches dures *et anguleuses*, pour éviter de couper la fusée, ce qui empêcherait la mine de s'allumer. Cette précaution, indispensable dans tous les cas et surtout avec les épinglettes en cuivre, n'ajoute pas une difficulté à l'emploi du nouveau procédé. C'est en partie l'emploi de fragments anguleux et de grosseur assez notable de roches quartzeuses, qui a fait renoncer à Poullaouen à l'usage des fusées, elles se trouvaient coupées et ne transmettaient pas le feu à la charge; cependant le principal motif a été l'altération que les fusées avaient éprouvé dans le transport par mer et la difficulté de leur introduction à la douane.

Dans le cas le plus général du tirage dans un rocher sec, la cartouche se fait en papier comme à l'ordinaire; dans les roches aquifères, ou pour le foncement des puits on se servait d'abord dans le Cornwall de cartouches en toile goudronnée, pré-

parées à l'avance, maintenant on se sert exclusivement de cartouches faites en gros papier graissé; dès que la cartouche est recouverte d'une pelote d'argile on peut laisser noyer le trou sans inconvénient.

Avantages des fusées de sûreté.

Les avantages que l'on retire de l'emploi des fusées de sûreté sont de deux sortes : *sécurité pour les ouvriers*, *économie sur l'ensemble des frais du tirage à la poudre*. A côté de ces avantages elles présentent au premier abord quelques inconvénients auxquels il est facile de remédier dans tous les cas et qui ne sont qu'apparents.

Sécurité pour les ouvriers.

Dans le tirage à l'épinglette, plusieurs causes peuvent amener des accidents très-fréquents, qui entraînent la mort des ouvriers, et, dans tous les cas, occasionnent des blessures très-graves. Ces accidents sont surtout fréquents dans les travaux publics, tels que les percements de tunnels ou déblais en rocher pour les routes, les canaux et les chemins de fer, l'exploitation des matériaux durs pour l'empierrement des routes, et dans les exploitations de carrières, travaux qui sont exécutés généralement par des ouvriers inexpérimentés. Le coup de mine part souvent pendant l'opération du bourrage, parce qu'une étincelle jaillit sous le choc du bourroir contre les parois du trou et les matières mêmes de la bourre, atteint la poudre et l'enflamme inopinément; le frottement de l'épinglette contre le rocher ou la bourre, soit en faisant jaillir des étincelles, soit en dégageant assez de chaleur pour allumer la poudre, peut déterminer l'explosion; les épinglettes en cuivre, quoique moins dangereuses que celles en fer, ne peuvent pas cependant mettre à l'abri de tout accident, on cite même l'inflammation d'une mine

déterminée par une épinglette en baleine. Il arrive quelquefois que le coup tarde à partir, soit parce que la lumière se trouvant bouchée à sa partie inférieure par le papier de la cartouche ou de la bourre, celui-ci s'enflamme et finit par transmettre le feu à la charge, soit parce que la mèche de soufre ou d'amadou qui doit mettre le feu à la canette a mis plus de temps à brûler que l'ouvrier ne l'avait supposé, soit parce que la poudre de la charge ou celle de l'amorce est humide; si l'ouvrier, toujours impatient de reconnaître l'effet de son travail, revient trop tôt, l'explosion peut avoir lieu au moment où il arrive et le rendre victime de son imprudence. Enfin l'ouvrier, par un faux mouvement ou par une erreur toujours possible sur la durée de la combustion de l'amorce, peut mettre le feu à la canette et faire partir la mine avant d'avoir eu le temps de se retirer. En faisant usage de la fusée on se met d'une manière à peu près complète à l'abri de tous ces accidents: lorsque la poudre est enfermée dans une cartouche, il est très-difficile qu'une étincelle puisse l'enflammer même avant l'interposition de la première bourre, et dès que celle-ci a été placée l'inflammation devient impossible, une étincelle ne pouvant pas mettre le feu à la fusée. L'épinglette étant supprimée la seconde cause d'accidents n'existe plus. Lorsque la mèche a été allumée et que la poudre a pris feu, rien ne peut arrêter sa combustion, si elle n'a pas été coupée, auquel cas la mine ne part pas du tout; l'explosion ne peut être retardée que d'une fraction de minute par le degré de compression plus ou moins grand qu'éprouve la fusée; enfin l'explosion ne peut pas être subite, la combustion de

la poudre dans la fusée n'ayant lieu que d'une manière graduelle et lente. Il n'y a que le cas où l'ouvrier ferait une chute et ne pourrait pas s'éloigner à temps, ou bien tomberait de la tonne qui doit l'enlever s'il travaille au fond d'un puits, dans lequel l'explosion pourrait l'atteindre ; il ne lui resterait pas la chance d'enlever ou d'éteindre l'amorce avant l'inflammation de la poudre. Il faut remarquer en outre que les mines ne ratent jamais ou presque jamais ; les ouvriers ayant toujours l'imprudence de débourrer les trous de mine qui n'ont pas fait explosion, pour ne pas perdre le fruit de leur travail, s'exposent ainsi à de graves accidents ; il arrive souvent alors, quand ils n'ont pas soin de noyer la poudre, qu'en frappant sur la bourre pour la désagréger ils font jaillir des étincelles qui mettent le feu à la charge. Ils seront moins exposés à cette cause de danger avec les fusées, puisqu'ils auront moins souvent l'occasion de débourrer des mines. Enfin ils peuvent également, dans l'ancien procédé, déterminer l'explosion lorsqu'ils repassent l'épinglette dans la lumière pour rétablir le passage qui se trouve souvent intercepté ; rien de semblable ne peut arriver avec la fusée.

Témoignages en faveur des fusées.

Les causes ordinaires d'accidents disparaissent lorsqu'on emploie les fusées. Toutes les personnes qui ont eu l'occasion de les employer sont d'accord sur l'immense avantage qu'elles présentent pour la sécurité des ouvriers. M. Combes, dans son Traité encore inédit sur l'exploitation des mines, qu'il a eu l'obligeance de me communiquer et auquel j'ai fait de nombreux emprunts pour tous les détails du tirage à la poudre, s'exprime ainsi : « Depuis quelques années on fait

» usage, dans presque toutes les mines du comté » de Cornwall, de petites cordes tressées, contenant dans l'âme une traînée de poudre fine. » M. John Taylor, dont tout le monde connaît la » grande expérience, a déclaré devant le comité » de la chambre des communes chargé, en 1835, » de l'enquête sur les accidents qui arrivent » dans les mines, que l'usage de ces cordes avait » diminué de beaucoup le nombre des accidents » dans le tirage à la poudre, et qu'elles devaient » être considérées comme un perfectionnement » d'une très-haute importance. »

M. Ruelle, ingénieur des ponts et chaussées, chargé par M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics d'essayer les fusées de sûreté dans le souterrain de Liotan (Cantal), dont il dirige les travaux, s'exprime ainsi dans son rapport du 31 janvier 1843 : « Nous reconnaissons en principe, et les » mineurs travaillant à la percée ont été promptement convaincus que ces fusées présentent » de grands avantages pour la sûreté des ouvriers » et la facilité de la charge ; aussi nous pensons » que dans toutes les exploitation de rocher à l'air » libre, dans les souterrains de petite section suffisamment aérés, et surtout au milieu des roches » aquifères, leur emploi est bien préférable à celui de l'épinglette, et doit être prescrit. »

M. Rolland, directeur de la mine de houille de Layon-et-Loire (Maine-et-Loire), chargé d'un essai du même genre, formule ainsi son opinion : « Quant à la sécurité que présente l'emploi des » fusées de sûreté pour charger la mine, elle est » incontestablement supérieure à celle présentée » par l'emploi des épinglettes en cuivre. En effet, » quand on a bien soin de réunir toute la poudre

» au fond du trou au moyen d'une petite pelote » d'argile, il n'y a aucune raison pour qu'en » bourrant la mine il puisse y avoir explosion. »

A ces témoignages je pourrais joindre celui des ingénieurs anglais qui ont adopté avec empressement les fusées de sûreté (voir les notes A, B, C et D); mais la meilleure preuve de leur utilité est dans la progression rapide que leur fabrication a éprouvée en Angleterre. (1).

Nombre des accidents.

D'après les relevés officiels, dans toutes les mines de France, il y a eu en 1841 6 ouvriers tués et 35 blessés par l'explosion des mines; le nombre d'accidents non constatés dans les carrières où l'on exploite des matériaux pour les constructions particulières ou l'entretien des routes et dans les travaux publics, est certainement beaucoup plus considérable; on peut admettre, sans crainte d'exagération, que le nombre des ouvriers tués et blessés est quintuple dans ces travaux, et que le nombre total des victimes s'élève chaque année à 30 pour les tués et 250 pour les blessés. Ces accidents cesseraient de décimer annuellement la population ouvrière employée à ces dangereux travaux, si l'usage des fusées devenait général en France. L'administration doit donc faire tous ses efforts pour propager cette utile invention.

---

(1) En représentant par 8 la quantité livrée au commerce en 1832, première année de la vente, on devra la représenter par 38 en 1836, et par 103 en 1842. Le gouvernement anglais a consommé pour ses travaux dans l'Inde, à Gibraltar, etc., 379.556 pieds anglais de fusées en 1841, 1842 et pendant le premier trimestre de 1843. L'une des principales mines du Cornwall (Fowey consols mines) en a consommé 334.800 pieds en 1842.

Les avantages économiques qu'il est possible de retirer de l'emploi des fusées de sûreté sont peut-être moins évidents que ceux qui en résultent pour la sûreté des ouvriers. Il est certain cependant qu'en apportant au tirage à la poudre toutes les modifications que comporte ce nouveau procédé, on doit arriver à une réduction notable dans les frais d'abattage, sinon en réduisant la dépense de chaque trou de mine, du moins en diminuant le nombre des coups de poudre nécessaires pour abattre une masse déterminée de rocher. Avantages économiques.

Dans le tirage à la poudre l'action de cet agent énergique dépend de la pression initiale des gaz résultant de la combustion rapide, presque instantanée; dès que la roche a commencé à se fissurer, l'effet est produit et la projection des débris au loin n'est qu'un accessoire tout à fait inutile, résultant de l'excédant du travail moteur développé par la poudre; il semble donc qu'on pourrait diminuer considérablement la consommation ordinaire en la restreignant à ce qui serait strictement nécessaire pour déterminer une pression capable de faire fissurer les roches sans en projeter les débris. Mais dans le procédé actuel il existe une cause inévitable de perte d'effet utile : le trou cylindrique laissé dans la bourre par l'épinglette lorsqu'on la retire, forme une lumière de dimension très-notable (son diamètre est quelquefois égal à $0^m,010$), surtout dans les trous de mine à un homme dont le diamètre ne dépasse pas 0,03; lorsque la poudre prend feu avant que l'inflammation se soit propagée dans toute la masse, ce qui a lieu pour la poudre de mine dans un intervalle de temps très-court, mais très-appréciable puisqu'il arrive presque toujours que des grains de Effet nuisible de l'épinglette.

poudre intacts sont projetés par l'explosion, une partie des gaz s'échappe par la lumière; la pression, en raison de la quantité de poudre consommée, ne peut pas arriver à un degré aussi élevé que si l'espace qui renferme la poudre était hermétiquement fermé; on voit souvent, malgré le refroidissement que les gaz éprouvent dans leur passage à travers un canal très-étroit, un jet de flamme jaillir par le trou de l'épinglette au moment où l'explosion se produit. Il faut alors mettre un excès de poudre assez grand pour que la masse de gaz condensés dans la capacité qu'occupait la poudre soit suffisante pour déterminer la pression nécessaire à la rupture. On conçoit facilement que plus la qualité de la poudre sera mauvaise, et par conséquent plus la vitesse d'inflammation sera petite, plus l'influence nuisible de la lumière sera grande, et plus il faudra augmenter la charge. L'existence d'une issue laissée par l'épinglette dans la bourre est donc une cause notable de perte de gaz et par conséquent d'effet utile; cette perte sera d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que le trou de l'épinglette sera plus large et moins long. Les considérations qui précèdent suffisent pour rendre compte de la répugnance que les mineurs, travaillant à prix fait, ont toujours montrée pour les épinglettes en cuivre, dont le diamètre est nécessairement plus grand que celui des épinglettes en fer.

La fusée ne laisse pas de lumière.

La condition la plus favorable pour tirer de la poudre le plus grand effet utile possible serait la suppression complète du trou de l'épinglette. Cette condition se trouve réalisée d'une manière très-satisfaisante par l'emploi des fusées de sûreté; les fusées ordinaires n'ont que $0^m,004$ à $0^m,005$ de

diamètre; en brûlant dans l'intérieur de la bourre, elles laissent une sorte de coke résultant de la carbonisation du chanvre et du goudron, et le canal intérieur qui contenait la poudre et dont le diamètre est de $0^m,002$ au plus, reste obstrué par le gonflement de la masse carbonisée et par les matières fuligineuses qui proviennent de la combustion de la poudre et de son enveloppe. Il en résulte qu'au moment de l'explosion, si le rocher n'est pas naturellement fissuré, il faut qu'il se déchire ou que la bourre soit projetée complétement. En outre, la fusée, au lieu d'allumer la poudre à la partie supérieure de la charge, porte au milieu de la poudre un jet de flamme intense qui doit déterminer une inflammation plus prompte, et par suite, en donnant naissance dans le *premier instant* à une quantité plus considérable de gaz, doit augmenter l'effet de la poudre sur le rocher.

L'économie dans la consommation de poudre peut être admise à priori, et, pour mon compte particulier, je crois que l'on peut accepter le chiffre de 20 à 25 pour o/o de réduction, que MM. Bickford, Smith et Davey annoncent dans leurs prospectus. Il est vrai que dans l'introduction des fusées de sûreté en Angleterre on a pu, indépendamment de l'amélioration apportée au mode d'amorçage, perfectionner l'ensemble du procédé en faisant sur la quantité de poudre mise dans chaque charge, une réduction qui aurait pu être faite en partie sans aucun inconvénient avant leur emploi; mais il n'est pas probable qu'il en ait été ainsi, on doit croire plutôt que les mineurs ont continué à prodiguer la poudre comme par le passé, et que l'économie résulte d'une augmen-

tation d'effet. Quand bien même l'introduction des fusées aurait été le signal d'une réforme générale, il ne doit pas moins leur rester une large part dans l'économie de poudre que l'on signale.

Résultats d'expériences.

A l'appui de cette assertion je puis joindre quelques résultats d'expériences, incomplètes à la vérité, mais utiles cependant pour faire voir jusqu'à quel point on peut espérer réduire la consommation actuelle. Dans une plâtrière des environs de Paris j'ai fait jouer avec les fusées plusieurs mines, en retranchant de la cartouche faite à l'avance pour le tirage à l'épinglette 1/3 de la poudre qu'elle renfermait, les ouvriers ont reconnu que l'effet produit avait été le même (l'épinglette en fer avait au plus $0^m,005$ de diamètre et la bourre avait au moins $0^m,60$ de longueur). A Angers, dans la carrière d'ardoise souterraine des *Grands-Carreaux*, aux propriétaires de laquelle j'avais fait remettre pour essai des échantillons de fusées et qui depuis les ont exclusivement adoptées pour le travail courant, on se règle mantenant pour la confection des cartouches sur une réduction d'un tiers dans la charge ; des essais comparatifs faits avec intelligence par M. Wolski, garde-mines du département de Maine-et-Loire, essais qui malheureusement n'ont pas pu être assez multipliés, ont fait voir que la réduction pouvait aller jusqu'à 2/5 (le diamètre de l'épinglette en cuivre est de $0^m,009$ à $0^m,010$); M. Wolski, après avoir observé pendant quelque temps le tirage à la poudre dans cette carrière par les deux procédés, a reconnu que, lorsque la bourre sautait sans que le rocher se déchirât (cette circonstance, qui se reproduit assez fréquemment, prouve que les ouvriers ne mettent pas un excès de poudre), la dé-

tonation était également forte dans les deux cas, et en rapport avec la quantité de poudre employée et la profondeur du trou; que lorsque la mine faisait son effet, celle qui avait été amorcée avec une fusée ne produisait qu'un bruit sourd semblable à celui d'un coup de marteau, tandis que la mine amorcée avec un chalumeau de paille produisait une détonation semblable au bruit d'un coup de fusil; que, dans le premier cas, lorsque la partie saillante de la fusée avait brûlé, on ne voyait plus que la fumée produite par la combustion progressive de la poudre, tandis que, dans le second cas, après le dégagement de fumée résultant de la combustion de l'amorce, on voyait très-distinctement un jet de flamme sortir du trou de l'épinglette avant l'explosion, qu'en outre la tête de la bourre et une partie du rocher à l'orifice du trou se trouvait déchirée; ce dernier fait semble prouver que les gaz comprimés qui s'échappent par la lumière tendent à détruire la solidité de la bourre, en enlevant les parties supérieures. M. Wolski, après avoir choisi deux bancs de pierre dans des circonstances aussi semblables que possible, a fait percer à la base de chacun d'eux trois trous de mine horizontaux de $0^m,035$ de diamètre et $0^m,70$ de profondeur; dans les trois trous de l'un des deux bancs on a mis des cartouches renfermant 200 grammes de poudre chacune, on a bourré avec l'épinglette et on a mis le feu avec un chalumeau de paille; dans les trois autres on a mis des cartouches de 120 grammes seulement avec des fusées pour amorce. L'effet produit a été le même dans les deux cas; on a remarqué seulement que les coups de mine amorcés avec les fusées ne produisaient qu'un bruit sourd. Cette

dernière circonstance a été considérée comme très-favorable dans cette carrière que forme maintenant une vaste chambre de 40 mètres de long, sur 25 mètres de large et environ 30 mètres de hauteur, et dans laquelle il n'y a d'autre chance d'accident à craindre que la chute de quelque bloc de pierre qui viendrait à se détacher subitement de la voûte ou des parois. Les fusées, accueillies avec faveur par les ouvriers dans cette carrière, y sont employées maintenant d'une manière exclusive, et commencent à être adoptées dans les carrières voisines.

Témoignages à l'appui.

M. Ruelle dans son rapport s'exprime ainsi à ce sujet : « Nos essais n'ont pas été assez prolon- » gés, en raison de la nature variable du rocher, » pour pouvoir apprécier l'économie qu'elles peu- » vent offrir sur la quantité de poudre; nous » sommes cependant persuadés qu'il y en a une » assez notable, et que la manœuvre de la charge » et surtout du bourrage, est plus expéditive qu'a- » vec l'épinglette et la canette, tout en exigeant » moins de précautions. »

M. Rolland, si l'on fait abstraction de la quantité de poudre nécessaire pour remplir les pailles, n'a trouvé qu'une économie insignifiante de 2 p. 0/0 pour la consommation de la poudre, sur un nombre total de 480 coups de mines. Les résultats des expériences faites dans les deux séries d'essais du Cantal et de Layon-et-Loire n'ont rien de concluant, attendu que les fusées n'y ont été considérées que comme *amorces*, sans qu'on changeât rien aux règles ordinaires pour la position, la dimension et la charge de chaque trou de mine; l'augmentation d'effet utile de la poudre allumée avec les fusées, a été employée en pure

perte à projeter plus loin les débris du rocher; ce qui semble le prouver, c'est que M. Rolland, dans les premiers coups qu'il a chargés lui-même, en remplaçant les trois cartouches que mettent ordinairement les mineurs dans un même trou par deux cartouches et demie, a obtenu l'effet maximum, car, dit-il, *la roche ne pouvait casser mieux*; il ajoutait que, les ouvriers payant eux-même leur poudre, il y avait lieu de croire que l'expérience leur avait démontré la nécessité de mettre trois cartouches avec l'épinglette; la quantité de poudre est en effet assez faible, chaque cartouche ne renfermant que 43gr.,5 de poudre. Cette réduction d'une demi-cartouche donnerait une économie de 1/6 ou 16 à 17 p. 0/0.

Le capitaine William Davies, directeur de la *mine de Fowey-Consols*, annonce comme un fait *bien constaté* la diminution de la charge (voir la note C).

Difficultés de faire une expérience complète.

Des expériences directes et positives présenteraient de grandes difficultés, attendu qu'il faudrait acquérir avant tout la certitude que par le procédé ordinaire la consommation de poudre est aussi petite que possible, et il faudrait ensuite rechercher par tâtonnement quelles modifications il faut apporter au tirage à la poudre, soit dans la position et la dimension des trous, soit dans la charge de poudre; il faudrait ensuite opérer comparativement pendant un temps assez long, dans un terrain présentant les mêmes circonstances de ténacité, etc., etc. Pour faire des essais de ce genre, ou pour employer couramment les fusées, il vaudra mieux dans la plupart des cas, plutôt que de réduire la charge de poudre en diminuant la longueur de la cartouche ou le diamètre du trou,

écarter les trous les uns des autres, et faire agir chaque mine sur une masse plus considérable de rocher. En procédant ainsi, on ne réduira pas seulement la consommation de poudre, mais encore la dépense de la main-d'œuvre pour percer les trous, de l'entretien des outils, de l'éclairage, etc., économie beaucoup plus importante encore que celle que l'on peut faire sur la poudre, puisque son prix d'achat n'est qu'une fraction assez faible de la dépense totale. Pour le faire bien sentir, il suffira de reproduire ici le tableau donné par M. de Hennezel, dans son mémoire sur l'*abattage de la roche*, inséré dans le tome XV des *Annales des mines*, page 513, et dans lequel il indique le rapport des différents éléments de la dépense :

Poudre.	127	
Papier.	6	
Huile.	47	
Outils.	59	
Main-d'œuvre.	761	Le mineur à prix fait gagnant 2f,38 par jour.
	1000	

Les coups de mine ratent très-rarement.

Les coups ratent moins souvent avec les fusées qu'avec l'épinglette ; on trouvera là encore une économie dans la consommation de la poudre et dans la dépense de main-d'œuvre nécessaire soit pour débourrer la mine, soit pour en percer une autre.

Foncement des puits.

C'est surtout dans le foncement des puits et dans les galeries à travers bancs aquifères que cette source d'économie sera très-importante. J'ai obtenu à ce sujet des renseignements précis, qui m'ont été fournis par M. de Lagrange, directeur de la mine du Grand-Moloy, Saône-et-Loire. Dans le foncement d'un puits à travers un rocher très-

mouillé il était arrivé à constater, par suite des coups de mines qui rataient, une perte de poudre de 5 à 6 kilogr. par baril de 50 kilogr., soit environ 10 à 16 p. 0/0, quoiqu'il eût essayé tous les moyens ordinairement employés en pareil cas; il arrivait en outre qu'il fallait, avant de mettre le feu à la charge, renouveler deux ou trois fois l'amorce qui se trouvait éteinte par l'eau tombant au fond du puits. En employant les fusées de sûreté que je lui avais adressées, M. de Lagrange est arrivé à ce résultat que sur 320 coups de mine, dont 114 étaient dans un rocher très-mouillé, 196 dans un rocher très-submersible et complétement noyé au moment de l'explosion, et 10 dans le rocher sec, pas un seul n'a raté. Les trous avaient $0^m,035$ de diamètre, $0^m,500$ de profondeur moyenne, et *les cartouches*, faites en papier huilé et séché avec *un fer chaud*, renfermaient en moyenne 110 gr. de poudre; l'essai a été fait sur une quantité totale de 35 kil. de poudre. Les 10 à 16 p. 0/0 de poudre perdue ont donc été complétement économisés; en y comprenant la poudre des amorces perdues, à raison d'une amorce par trou en moyenne, on aurait encore 4 p. 0/0 d'économie à joindre aux 10 à 16 p. 0/0. Dans ces essais les fusées n'ont été envisagées que comme amorces.

L'économie de temps qui résulte de l'emploi de la fusée à la place de l'épinglette est très-notable, même dans les terrains secs, car tout le monde sait combien les mineurs perdent de temps à préparer leurs canettes, à les mettre à l'abri de l'humidité et des chocs, à les disposer dans le trou de l'épinglette, à y mettre le feu, etc., et les précautions qu'ils doivent prendre pour prévenir l'éboulement des parois de la lumière en retirant

Économie de temps.

l'épinglette. Cette économie de temps est surtout considérable dans le foncement des puits où le mineur est obligé d'employer toutes les ressources de son art pour assécher le trou de mine, ou rendre le rocher imperméable lorsqu'il est fissuré, pour mettre la charge et l'amorce à l'abri de l'eau qui s'accumule au fond du puits.

Inconvénients apparents et non réels.

A côté des avantages énumérés plus haut, la fusée de sûreté présente en apparence quelques inconvénients dont il importe de discuter la valeur.

Prix d'achat de la fusée.

Les frais d'acquisition de la fusée viennent, dans tous les cas, réduire l'économie qui résulte de leur emploi, et même dans certains cas assez fréquents dans les mines, lorsque la charge des trous est très-petite, l'économie faite sur la poudre pourra être absorbée par le prix de la fusée. En ne faisant attention qu'à la consommation de poudre et négligeant tous les autres éléments de réduction de la dépense, il faudra dans chaque cas particulier arriver à une certaine diminution dans la quantité de poudre consommée pour qu'il n'y ait pas augmentation de dépense. On peut représenter, par une formule très-simple, ce qui doit arriver pour qu'il y ait au moins égalité entre les deux procédés. En effet, soit A la quantité de poudre nécessaire pour faire jouer la mine dans le cas ordinaire, le tirage à l'épinglette se trouvant grevé d'une dépense à peu près constante (poudre pour l'amorce, pailles, mèches soufrées) que l'on peut évaluer à $0^{fr.},02$ par coup de mine, en appelant x la quantité de poudre que l'emploi de la fusée permet d'économiser, l la longueur de la fusée que l'on peut supposer égale à la profondeur du trou, p le prix du mètre courant de fusée,

pour que la dépense d'acquisition de la fusée soit compensée par l'économie de poudre, il faudra que x satisfasse à l'équation suivante, dans laquelle $2^{\text{fr.}},20$ représente le prix du kilogramme de poudre :

$$A(2^{f},20)+0^{f},02=(A-x)(2^{f},20)+lp.$$

D'où

$$x=\frac{lp-0^{f},02}{2^{f},20} \quad \text{et} \quad \frac{x}{A}=\frac{lp-0,02}{A(2,20)}.$$

(Dans cette formule $\frac{x}{A}$ représente également l'augmentation de dépense qui résulterait de l'emploi de la fusée en conservant la même quantité de poudre, car $lp - 0,02$ représente l'augmentation de dépense intrinsèque et $A(2^{\text{fr.}},20)$ la valeur de la poudre consommée. L'augmentation *de dépense* rapportée à la dépense de poudre pour *la* charge est $\frac{lp-0,02}{A(2,20)}=\frac{x}{A}$.) En donnant à l et A diverses valeurs, j'ai formé un tableau qui indique les valeurs de $\frac{x}{A}$ correspondantes; j'ai supposé que la charge augmentait avec la profondeur du trou.

Valeurs de A.	Valeurs de l.	Valeurs de $\frac{x}{A}$
		f.
kil.	m.	p=0,10
0,050	0,40	0,18
0,100	0,50	0,13
0,150	0,50	0,09
0,200	0,60	0,09
0,300	0,60	0,06
0,400	0,80	0,07
0,500	1,00	0,07
1,000	1,50	0,05

On voit par ce tableau que le prix de vente

étant égal à $0^{fr.},10$, il suffira dans tous les cas d'une diminution peu considérable de la quantité de poudre consommée dans chaque trou de mine pour compenser les frais d'achat de la fusée. Les valeurs de $\frac{x}{A}$ seraient encore plus petites, si on avait tenu compte de l'économie de temps qui résulte de l'emploi des fusées, et de l'économie de poudre qui résulte de la diminution du nombre des ratés. On aurait ainsi trouvé une nouvelle somme de $0^{fr.},02$ au moins par coup de mine à joindre à la première, ce qui aurait considérablement réduit les valeurs du rapport $\frac{x}{A}$ inscrites dans la troisième colonne du tableau.

Réduction du nombre des coups de mine.

Cette comparaison a pour objet de faire voir l'influence que le prix d'achat de la fusée doit exercer sur la dépense de chaque trou de mine pris séparément; mais pour traiter la question sous son véritable point de vue, il faut tenir compte d'un élément beaucoup plus important, la main-d'œuvre, et chercher l'influence que l'emploi des fusées peut exercer sur l'ensemble des dépenses. Si l'on tire tout le parti possible de l'augmentation de force expansive qu'éprouve nécessairement la poudre comprise dans un espace entièrement fermé, on arrivera pour l'ensemble du travail à une réduction très-importante des frais d'abattage de la roche. En effet, en reprenant le tableau reproduit plus haut et emprunté à M. de Hennezel, et l'appliquant à une opération dans laquelle les trous de mine auraient $0^{m},40$ de profondeur et renfermeraient 50 gr. de poudre, ce qui diffère peu des circonstances qu'il a examinées, si l'on parvient à supprimer un seul coup

de *mine* sur vingt, on économisera d'abord 5 p. o/o sur la poudre, dont la valeur est représentée par $\frac{187}{1000}$, et ensuite 5 p. o/o sur les autres dépenses dont l'ensemble forme un total de $\frac{873}{1000}$. Supposons un travail qui ait occasionné une dépense totale de 1000 fr., répartie conformément à ce tableau, et supposons que pour exécuter le même travail avec les fusées, on fasse un trou de mine de moins sur vingt que par le procédé ordinaire, on économisera $\frac{1}{20}$ de la dépense totale, soit 50 fr., mais on dépensera en fusées une somme égale à $\frac{18}{100}$ du prix de la poudre consommée, *soit* $\left\{127 - \frac{127}{20}\right\}\frac{18}{100} = 21^{fr.},71$; on réaliserait une économie de $28^{fr.},29$, sur une somme totale de 1000 fr.; l'avantage serait encore plus grand si l'on avait tenu compte dans le calcul de la rapidité plus grande de la manœuvre. Par conséquent dans le cas le plus défavorable que j'aie supposé, avec des cartouches de 50 gr. seulement, la suppression d'*un* seul coup de mine sur *vingt* donnerait une économie en argent plus que suffisante pour payer la fusée, et montant en dernier compte à 2,8 p. o/o de la dépense totale. Une réduction d'*un* coup sur *dix* donnerait sur le chiffre total des frais d'abattage une économie de $76^{fr.},43$, soit environ 8 p. o/o. Or comme il paraît impossible que l'augmentation d'effet utile de la poudre, résultant de la suppression de la lumière, ne permette pas d'augmenter la masse de pierre abattue

par chaque coup de mine, de manière à supprimer au moins *un* coup sur *vingt*, il résulte de la discussion qui précède, qu'on retirerait, dans ce cas très-défavorable, un avantage réel de l'emploi des fusées.

J'ai cru devoir insister d'une manière toute particulière sur cette discussion, pour bien faire sentir aux personnes qui feront usage des fusées, qu'elles ne devront pas s'en rapporter aux résultats apparents, qui causeraient dans beaucoup de cas une augmentation de dépense sur l'un des éléments qui composent les frais d'abattage de la roche, quoiqu'il y ait sur l'ensemble une économie notable.

Les petites charges ne doivent pas être diminuées.

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire, on devra conserver la charge ordinaire de poudre, toutes les fois qu'elle ne sera pas exagérée, comme cela se voit dans beaucoup d'exploitations mal entendues; et c'est en augmentant le rayon d'action des mines, soit en donnant aux trous plus de profondeur, soit en les écartant davantage des faces du rocher déjà dégagées, qu'on devra modifier les règles établies pour le tirage pour arriver à obtenir des fusées tout le parti possible.

Tout le monde s'accorde à reconnaître en Angleterre, que l'usage des fusées est une source d'économie; les fusées s'y vendent au même prix qu'en France, mais aussi la poudre de mine s'y vend à un prix beaucoup plus bas; au commencement de l'année 1843, elle se vendait dans le Cornwall à raison de 40 schillings les 100 #, soit 1 fr. le kilogramme; de telle sorte que, si l'avantage de ce nouveau procédé consistait seulement dans la diminution de la dépense de poudre, nous serions plus favorisés que nos voisins d'outre-Manche.

De la fumée produite par les fusées.

MM. Ruelle et Rolland signalent, comme un grave inconvénient, la fumée répandue par la combustion de la fusée. Il est constant que la fumée est plus épaisse lorsqu'on amorce la mine avec une fusée; mais cette fumée a un caractère tout à fait différent de celui qu'elle présente dans le procédé ordinaire. Celle-ci renferme une proportion très-appréciable d'hydrogène sulfuré et une quantité très-notable d'acide sulfureux, provenant de la combustion de la mèche soufrée, destinée à mettre le feu à la canette; la fusée en brûlant ne donne, indépendamment des produits ordinaires de la combustion de la poudre, que des matières inoffensives telles qu'il peut en résulter de la combustion du chanvre avec du goudron. Lorsqueplusieurs mines ont été allumées à la fois avec des mèches soufrées, et c'est toujours ce moyen qu'on doit préférer dans le procédé actuel, l'air chargé d'acide sulfureux, devient suffocant et produit une irritation très-vive des organes de la respiration. Avec les fusées, au contraire, l'air ne renferme, indépendamment des produits ordinaires de la combustion de la poudre, que de la fumée bitumineuse, qui ne fait qu'augmenter l'obscurité; le mineur sera plus longtemps avant de voir très-distinctement les objets qui l'entourent, mais il pourra rentrer plus vite dans les excavations remplies de fumée et y séjourner sans danger. En outre si l'air vicié par la fumée circule dans les parties fréquentées de la mine, il y arrivera sans être chargé d'un principe nuisible à la santé des ouvriers qu'elles renferment. Il est à remarquer enfin que la fusée emprisonnée dans la bourre, se carbonise seulement au lieu d'éprouver une incinération complète, comme cela arrive à

l'air libre (1). Il me paraît certain du reste, que l'augmentation de fumée signalée par ces deux ingénieurs, est le résultat de la combustion plus complète de la poudre dans la charge, et qu'en réalisant sur la consommation de poudre, l'économie que comporte ce nouveau procédé, ils auraient évité en grande partie cet inconvénient.

En Angleterre, la fumée a toujours été, au premier abord, une objection faite à l'emploi des fusées, mais lorsque les chefs ont eu de la persévérance, les ouvriers s'y sont habitués en peu de temps, et l'objection est restée sans valeur; il n'a pas fallu un mois de pratique pour vaincre les préjugés les plus enracinés des mineurs. J'ajouterai à cela que, si la fumée était un inconvénient réel, on pourrait la réduire beaucoup en substituant dans les fusées ordinaires, un simple vernis à la couche épaisse de goudron, qui encroûte la corde et qui est moins utile en France qu'en Angleterre, où les fusées sont presque toujours transportées par eau.

On peut faire partir à la fois un grand nombre de coups de mine.

M. Ruelle a fait à l'emploi des fusées, une objection qui n'est pas plus fondée que la première. Il pense qu'il est impossible de faire partir 10 à 12 mines à la fois, au moment où les ouvriers quittent le travail et de les faire partir dans un ordre déterminé, tandis qu'avec les amorces ordinaire, on y parvient facilement; je crois que la difficulté résulte surtout de l'inexpérience ou de la mauvaise volonté des ouvriers, car la fusée bru-

(1) J'ai constaté par une expérience directe qu'en brûlant un bout de fusée de 2 mètres de longueur, dans un espace entièrement fermé, de 9 à 10 mètres cubes de capacité, on pouvait y pénétrer immédiatement et y séjourner sans éprouver une gêne sensible.

lant graduellement, et ne pouvant dans aucun cas mettre instantanément le feu à la poudre, il semble que l'on peut, avec beaucoup plus de certitude, déterminer l'explosion successive. Si un seul ouvrier ne pouvait pas allumer 10 ou 12 mines à la fois, ce qu'il est difficile et dangereux dans tous les cas de tenter sans une grande consommation de mèches soufrées, on peut faire allumer les différentes mines par chacun des ouvriers qui les a faites, ou même revenir immédiatement après l'explosion, mettre le feu à celles qui n'auraient pas été allumées ou qu'il aurait été opportun de garder pour la fin; il serait impossible de le faire dans une atmosphère chargée d'acide sulfureux. On peut enfin se servir d'un moyen fort simple et fort ingénieux employé par M. Dufour propriétaire d'anciens cavages de pierre à plâtre à Montmartre, pour l'écrasement desquels il fait usage avec le plus grand succès des fusées de sûreté. Ce moyen consiste, après avoir éméché l'extrémité des fusées, à l'imbiber d'essence de térébenthine qui prend feu instantanément au contact de la flamme d'une chandelle ou d'une lampe; l'essence brûle quelques instants, allume le goudron et le chanvre, et l'inflammation ne tarde pas à se transmettre à la poudre de la fusée; on peut ainsi mettre le feu à 15 ou 20 fusées voisines les unes des autres dans moins d'une demi-minute et toutes sont parfaitement allumées avant que, dans aucune d'elles, la traînée de poudre ait pris feu. Il me semble que dans le cas où se trouve la percée du Lioran dont chaque galerie atteint une longueur de 600 mètres sans puits d'aérage, il y aurait avantage à remplacer par de la fumée bitumineuse qui se condense

promptement l'acide sulfureux qui se produit en abondance dans le procédé ordinaire. J'ajouterai que lorsqu'on emploie les mèches soufrées l'explosion prématurée d'un coup de mine peut éteindre les amorces des autres, ce qui n'arrive pas avec les fusées.

Emploi des fusées pour quelques usages spéciaux.

L'emploi des fusées goudronnées est éminemment utile pour le foncement des puits ou l'ouverture des galeries dans des rochers aquifères, où il est toujours difficile et surtout coûteux d'étancher les trous de mine. Lorsque l'affluence de l'eau n'est pas très-considérable, et qu'elle n'arrive pas par des fissures du rocher, on peut se contenter de cartouches en papier graissé avec du suif ou de l'huile, mais lorsque l'eau est trop abondante, on se sert de cartouches en toile goudronnée; pour les fabriquer, on prend un mandrin en bois arrondi par le bout, dont le diamètre est de 1/8 de pouce plus petit que celui du trou, on enroule dessus un morceau de toile grossière coupée à la longueur et à la largeur convenables, on le coud sur le mandrin avec du gros fil; on façonne ainsi un sac que l'on retourne, on le remplit de sable, on fait une forte ligature à l'extrémité, et on le plonge dans un bain de goudron, auquel on a ajouté les ingrédients nécessaires pour lui faire prendre le degré de consistance convenable. Ces cartouches reviennent à 0f.,10 la pièce environ. Au moment de s'en servir on vide le sable, et on remplit le sac de poudre; on fait à 7 ou 8 centimètres de l'extrémité de la fusée, une ligature en chanvre formant bourrelet; on l'introduit dans la cartouche, et on serre fortement les bords du sac sur la fusée, le bourrelet en chanvre empêche la fusée de s'arracher. On peut

Terrains aquifères.

substituer à ce moyen d'attache, celui que j'ai indiqué plus haut, et qui est bien plus simple et plus expéditif. On achève de souder la fusée à la cartouche en recouvrant la ligature d'un enduit de goudron qui ferme tous accès à l'eau. Je ne m'arrêterai pas sur les avantages que présente dans ce cas l'usage des fusées, ils sont trop évidents. On doit employer de préférence les fusées à double enveloppe (*sump fuse*) qui présentent des garanties beaucoup plus grandes pour la conservation de la poudre; on peut cependant employer la fusée ordinaire, lorsqu'elle ne doit pas séjourner trop longtemps dans l'eau.

Tirage à la poudre sous l'eau.

Les fusées goudronnées font disparaître complétement une des grandes difficultés que présente le tirage à la poudre pour l'exploitation des rochers submergés dans le lit des rivières et dans les ports. On l'applique avec le plus grand succès à ce travail en Angleterre. Au lieu de loger la charge dans un tuyau en fer-blanc ou en étain, surmonté d'un petit tube arrivant jusqu'à la surface, et par lequel on projette sur la poudre un petit morceau de fer rouge, on se sert d'une cartouche goudronnée semblable à celle qui a été décrite plus haut, et à laquelle on a soudé une fusée de 2 mètres environ de longueur, au moyen d'un bon enduit de poix ou de goudron; l'ouvrier conserve l'extrémité de la fusée dans la cloche à plongeur, bourre le trou avec du sable ou des recoupes de pierre, met le feu à la fusée, et donne un signal pour faire écarter la cloche à 8 ou 10 pieds de distance; lorsque l'explosion a eu lieu, il donne un nouveau signal et revient à son travail.

Écrasement des carrières à piliers tournés.

On emploie maintenant à Montmartre, d'après les indications que j'ai données, les fusées de sû-

reté pour faire sauter les piliers des carrières de pierre à plâtre, dont l'exploitation est terminée. Cette opération, autrefois difficile et dangereuse, est devenue très-simple; après avoir amaigri un pilier tourné, autant qu'il est possible de le faire sans déterminer son écrasement immédiat, on fore dans cè pilier, suivant des directions différentes, une dizaine de trous de mine; on y place des cartouches pourvues de fusées, dont on imbibe au besoin l'extrémité d'essence de térébenthine; un ouvrier met le feu à toutes les fusées à la fois, et bat en retraite. Toutes les mines font explosion à peu près au même instant, ou successivement dans un ordre déterminé par la longueur de chaque fusée, le pilier vole en éclat et le ciel s'écrase instantanément; on conçoit du reste qu'on peut de même avec une très-grande facilité faire sauter simultanément plusieurs piliers. Dans certains cas, lorsque l'état du cavage serait trop compromettant pour la sûreté des ouvriers, ou lorsque des éboulements auront interdit l'accès de quelques parties du cavage, on pourra employer autrement les fusées de sûreté. Au-dessus des carrefours qu'il s'agira de faire écraser, on pourra percer un trou de sonde de 10 centimètres de diamètre jusqu'à 3 ou 4 mètres au-dessus du ciel, on descendra au fond du trou de sonde, suspendue à l'extrémité d'une fusée, une gargousse de 8 à 10 kilogrammes de poudre, on remplira le reste du trou avec du sable de rivière ou des débris de pierres tendres tassées avec la sonde, et on mettra le feu à l'extrémité de la fusée en saillie à l'orifice du trou. Ce moyen sera sans doute mis bientôt en usage à Montmartre pour faire écraser un cavage en ruine recou-

vert de 25 mètres environ de terres et de remblais.

Dans beaucoup d'autres cas, on peut avoir besoin de faire sauter des mines de plusieurs mètres de profondeur; indépendamment de la difficulté de la manœuvre de l'épinglette, si le trou est horizontal, il devient très-difficile et même impossible, au delà d'une certaine limite, de mettre une amorce assez longue pour porter le feu jusqu'à la cartouche. L'emploi des fusées permet de faire sauter sans aucune espèce de difficultés, avec un seul trou de mine et une grande quantité de poudre, des masses énormes de rocher : des opérations de ce genre sont pratiquées avec succès en Angleterre. (Voir la note D.) **Tirage à grandes charges.**

Il est probable enfin que l'on pourra tirer un grand parti des fusées pour faire jouer les mines *de guerre*. **Mines de guerre.**

Conclusions.

En résumant tout ce qui a été dit précédemment, j'arrive à poser les conclusions suivantes :

1° Les fusées de sûreté sont destinées à faire disparaître dans le travail du tirage à la poudre la plupart des accidents déplorables qui occasionnent chaque année la mort ou la mutilation d'un grand nombre d'ouvriers, principalement dans les travaux étrangers à l'exploitation des mines proprement dites;

2° Elles doivent amener une économie notable dans les frais d'abattage de la roche, soit en diminuant la consommation de poudre, soit plutôt en augmentant l'effet utile des mines;

3° Elles ne présentent pas d'inconvénients sérieux qui doivent faire reculer devant leur emploi.

Pièces justificatives.

NOTE A. *Copie d'une lettre écrite à MM. Bickford et Cie, par MM. James et Georges Thornton, constructeurs du railway de Brighton, le* 13 *novembre* 1841.

« Nous nous faisons un véritable plaisir de témoigner de la haute satisfaction que vos fusées nous ont donnée, et nous ne doutons pas que par la facilité et la sûreté de leur emploi nous ne leur devions la vie de plusieurs ouvriers. »

NOTE B. *Copie d'une lettre adressée aux mêmes par M. Williams Davies, directeur des mines Fowey-Consols, le* 31 *janvier* 1840.

« L'introduction de vos fusées patentées dans nos mines, pour l'opération si dangereuse du tirage à la poudre (particulièrement dans les endroits très-humides), nous a donné les meilleurs résultats, non-seulement en rendant l'explosion plus prompte et plus efficace, mais encore en réduisant le nombre des accidents affreux auxquels les ouvriers sont exposés. Maintenant nous avons malheureusement, sur cette mine, cinq mineurs aveugles qui reçoivent chacun une pension de 25 livres sterlings par an, trois de ces hommes blessés avant l'emploi des fusées et deux très-peu de temps après leur introduction. Indépendamment de ceux-ci, nous avons eu plusieurs ouvriers tués et un grand nombre d'autres gravement mutilés par l'explosion inattendue de la mine; mais depuis sept années et demie que vos fusées sont devenues d'un usage général nous avons à peine compté un accident du même genre, et nos agents non-seulement partagent mon opinion à cet égard, mais reconnaissent encore que leur usage est devenu maintenant tout à fait populaire parmi nos ouvriers, quoique leur adoption ait eu à lutter contre des préjugés fortement enracinés. Une autre circonstance est importante à constater, c'est que nos agents admettent qu'avec les fusées on peut diminuer la charge et le bourrage. »

NOTE C. *Extrait d'une lettre en date du* 13 *mars* 1843, *écrite aux mêmes par MM. Lanyon père et fils, chirurgiens à Camborne.*

« En réponse à votre question : *quelle était avant l'in-*

troduction des fusées dans les mines du Cornwall la proportion des accidents auxquels étaient exposés les mineurs? nous répondrons qu'après avoir pratiqué sur une grande échelle, comme chirurgiens dans le comté, pendant 55, 25 et 16 années, nous n'hésitons nullement à déclarer que le nombre des blessés a diminué des 9/10, et que la même réduction a eu lieu pour le nombre des morts. — *Signé :* Tobias, Edward et Richard Lanyon. »

NOTE D. *Extrait d'un mémoire du major général sir J. F. Burgoyne sur le tirage à la poudre, page* 51 *et suivantes.*

« Les inconvénients et les pertes de temps résultant de la méthode ordinairement employée pour amorcer la mine et y mettre le feu ont été mentionnés plus haut. C'est la partie la plus délicate de toute l'opération. Mais heureusement une amélioration de la plus grande valeur a été apportée depuis quelques années à cette opération par l'invention des fusées brévetées de Bickford. L'emploi de cet appareil est extrêmement simple, il réussit dans les rochers mouillés et même sous l'eau, et des fusées d'une nature particulière sont fabriquées pour cet objet; elles ne ratent pour ainsi dire jamais, à moins d'une grande négligence de la part de l'ouvrier, et donnent une très-grande garantie contre les accidents.

Lorsqu'il est arrivé des accidents (ce qui a été extrêmement rare), ils ont été tout à fait indépendants de la fusée et n'ont été occasionnés que par la première application du bourroir sur la poudre.

La fusée ne laisse pas, comme l'épinglette, une grande ouverture par laquelle les produits de l'inflammation de la poudre peuvent s'échapper; et, en prenant tout en considération, l'on calcule que l'usage de la fusée est plus économique que l'amorce ordinaire, lors même que son prix tout à fait minime serait augmenté.

Au port de Kingstown, les fusées ont été employées avec un succès complet dans des travaux où le tirage à la poudre se fait au moyen d'une cloche à plongeur pour établir des fondations à 20 ou 30 pieds sous l'eau.

Les détails qui suivent sont extraits d'un mémoire de M. B. Mullins, l'un des entrepreneurs des travaux du port de Kingstown.

« Les travaux de tirage à la poudre ont été depuis plu-
» sieurs années et sont maintenant exécutés sur une grande

» échelle. Les fusées de sûreté de Bickford ont été invariablement employées dans nos ateliers depuis l'été de » 1833 ; nous les avons complétement adoptées comme » étant d'un effet plus sûr que l'amorce ordinaire, moins » dangereuses dans leur emploi, et enfin plus économiques malgré les apparences. Depuis leur introduction » jusqu'à ce jour, nous n'avons eu d'accident à déplorer » dans aucun de nos ateliers, quoique pendant cette période nous ayons consommé 73.600 livres de poudre et » dépensé 288.719 journées d'ouvriers. Nous n'avons eu, » à ma connaissance, que deux ou trois coups de mine qui » aient raté, et cela par défaut de précaution des ouvriers, » qui ont employé des pierres qui ont coupé la fusée et interrompu l'amorce. Nous avons usé pendant ce temps » 167.322 pieds courants de fusées. . . . . .

» . . . . Dans l'emploi des fusées la charge peut être » logée à toutes les profondeurs nécessaires dans le rocher. » Nous avons dernièrement percé horizontalement, avec » une tarière de 5 pouces de diamètre, un trou de 20 » pieds 3/4 de profondeur dans le flanc de l'escarpement » à Dalkey, et nous y avons introduit une charge de » 85 livres de poudre, qui a fait sauter une masse de rocher de 2000 tonnes, quantité qui n'aurait pu être déplacée par un trou vertical ou oblique. Des tuyaux de » paille pourraient difficilement être préparés sur une » aussi grande longueur, et en supposant même que cela » soit possible, il y a une si grande perte de temps, une » incertitude si grande en les employant dans des trous » horizontaux d'une longueur bien moindre, qu'on ne peut » faire aucune comparaison pour la facilité du travail » entre les deux procédés.

» La fusée présente un autre avantage, c'est qu'on peut » faire partir simultanément un nombre quelconque de » mines, tandis qu'avec les chalumeaux de paille et les » canettes en papier on ne peut pas allumer plus de trois » trous à la fois, si on veut laisser à l'ouvrier le moyen de » s'éloigner à temps.

» Dans les roches mouillées, la fusée fait tout autant » d'effet que dans les roches sèches ; quand on rencontre » des fissures aquifères en perçant le trou de mine, ce qui » a lieu souvent, le trou se remplit d'eau, et il est nécessaire, dans l'ancien procédé, de l'assécher complétement. . . . . .

» .... Après avoir passé une demi-journée à sécher le » trou, à le bourrer et à l'amorcer, il arrive encore que » l'eau a atteint la poudre et que l'ouvrier a perdu son » temps. Dans ce cas la fusée fournit un remède efficace » à ces inconvénients : un sac imperméable renfermant la » poudre, et garni d'une fusée de longueur suffisante, est » poussé au fond du trou et recouvert d'une bourre ; on » y met ensuite le feu, et l'explosion se produit avec au- » tant de certitude que dans un endroit tout à fait sec.

» Le tirage à une grande profondeur sous l'eau, qui » s'exécute au moyen de la cloche à plongeur, devient re- » lativement facile par l'emploi de la fusée, quand on le » compare avec le procédé incommode et coûteux employé » auparavant. (Suit la description de l'ancien et du nou- » veau procédé.)

» En jetant les fondations du mur du quai du Com- » merce (en grande partie sur le roc), à 22 pieds sous » l'eau par une marée de printemps, et en faisant les dé- » blais pour fonder la jetée de l'est à 28 pieds sous l'ean » à la basse mer (la marée s'élève à 12 pieds dans cet en- » droit), *nous avons suivi avec beaucoup de succès la mé-* » *thode ci-dessus* décrite.

» *Je joins* ici l'état des hommes tués ou grièvement bles- » sés, par l'emploi de l'ancien procédé, dans les carrières » ouvertes pour les travaux du port de Kingstown, avant » l'introduction de la fusée. L'état des accidents arrivés » dans les quinze premières années contient les noms de » trente individus, dont deux furent blessés deux fois ; ce » qui fait trente-deux accidents, et par conséquent plus » de deux par an. Sur ce nombre il y a eu sept ouvriers » tués, quatre ont perdu un œil, un les deux yeux, et » vingt ont été dangereusement blessés. Pendant les huit » dernières années (1), un seul homme a été blessé, et » encore est-ce avant l'introduction de la fusée. »

M. Mullins indique comme formant un bon enduit pour les cartouches imperméables un mélange de

8	parties	de goudron	en poids.
1	—	de cire d'abeilles	—
1	—	de suif	—

(1) Ce passage fait voir que le mémoire du major Burgoyne, qui ne porte aucune date, a été écrit au plus tôt dans le commencement de l'année 1841.

NOTE E. *Consommation de la poudre de mine en France.*

Il résulte du compte rendu de la vente exclusive des poudres par l'administration des contributions indirectes, qu'en 1841 la consommation de la poudre de mine s'est élevée à 1.132.941 kilogrammes. La consommation moyenne de chaque département s'est élevée à 13.173kil.,73. Les treize départements qui ont consommé le plus de poudre de mine sont les suivants :

	k.		k
Bouches-du-Rhône.	125.239	Seine-et-Oise. . .	31.546
Meurthe.	55.218	Loire.	31.213
Seine.	51.650	Mayenne.	31.093
Gard.	40.894	Maine-et-Loire. .	27.022
Rhône.	37.081	Loire-Inférieure.	31.546
Ardèche.	33.861	Saône-et-Loire. .	26.303
Nord.	33.081		

Quatre départements n'ont eu qu'une consommation très-faible :

Somme. . .	83 kil.	Meuse. . .	226 kil.
Aube. . . .	100	Indre. . . .	300

En estimant à 200 grammes la charge moyenne des trous de mine et à 0m,60 la longueur moyenne des fusées nécessaires pour les amorcer, il faudrait pour la consommation de 1841, en supposant que les fusées remplacent partout l'épinglette, 3.398.824 mètres de fusées.

NOTICE

Sur le roulage dans les mines de Blanzy.

Par M. HARMET, Ingénieur civil, directeur.

I. — *Roulage à la brouette.*

Avec une brouette (*Pl. I, fig.* 1 et 2) contenant 3/4 d'hectolitre un homme peut faire dans sa journée de 8 heures 500 voyages, de 20 mètres chacun, et rouler ainsi 400 hectolitres à 20 mètres de distance; il faut que sa brouette soit toujours chargée, quand il ramène sa brouette vide; le roulage dans ce cas s'effectue pour une distance de 80 à 100 mètres au plus, avec 5 relais espacés de 20 mètres chacun; le 1er relai le plus près de la charge est souvent de moins de 20 mètres à cause de l'éloignement successif du chargement, au fur et à mesure de l'enlèvement des matières. Deux ouvriers sont occupés exclusivement à charger les brouettes, un homme est placé à chaque relais et est tenu de rouler jusqu'au relais suivant une brouette pleine et d'en ramener une brouette vide; l'homme du dernier relais est chargé de vider la brouette et comme ce travail demande un peu de temps, et exige l'emploi d'une force un peu plus grande, l'ouvrier qui le fait est souvent payé un peu plus cher ou la distance est réduite de 20 mètres à 12 ou 15 mètres (1).

(1) 400 hect. à 20 mètres = 800 hect. à 1 mètre, ou 6.400 kil. — Transportés à 100 mètres. Un homme de relai employé à ce roulage fait 10.000 mètres de chemin

Dans la mine de Montchanin, près du canal du Centre, où les distances à parcourir ne dépassent pas 100 à 120 mètres, et où les galeries sont toutes horizontales, le roulage se fait tout de cette manière, non-seulement pour le charbon, mais encore pour les remblais qu'on introduit de la surface et qu'on roule dans les galeries. A Blanzy autrefois tous les roulages intérieurs s'effectuaient de cette manière. Il faut n'avoir que de petites distances et des chemins à peu près horizontaux ; on les garnit de planches sur le passage des brouettes pour faciliter le roulage ; pour un poste à charbon de 80 bennes de 5 hectolitres ou de 400 hectolitres, et pour une distance de 80 à 100 mètres il faut :

		fr.
2 hommes à la charge, à 1fr.,50.		3
5 hommes, 1 pour chaque relais, à 1fr.,50. . . .		7,50
2 hommes pour remplir les bennes au puits, à 1fr.,50.		3
9 hommes.	Total.	13,50

Ce qui fait 44 hectolitres ou 3,520 kilogrammes par homme et ce qui revient à f0,03375 par hectolitre, pour une distance moyenne de 100 mètres.

Ce mode de transport est avantageux pour de petites distances, mais du moment que la distance à parcourir dépasse 100 mètres, il n'est plus applicable, le prix augmente considérablement et ne

---

avec sa brouette chargée, et 10.000 mètres avec sa brouette vide, fait en tout 20.000 mètres de chemin en 8 heures de temps. (Le roulage simple, sans y comprendre le chargement, revient à 0fr.,02 par hect. et par 100 mètres de distance, ou 0fr.,0234 par 100 kil. et 100 mètres de distance.)

convient dans tous les cas que pour des chemins horizontaux.

Pour de plus grandes distances, et pour des pentes un peu fortes, on emploie d'autres moyens de transport que nous allons énumérer.

II. — *Traînage sur le sol avec des bennes à patins.*

Hommes.

Quand les distances à parcourir ne dépassent pas 150 mètres, et quand le roulage doit s'effectuer sur une pente de 10 à 15 degrés au plus, il a été employé avec avantage de petites bennes (*Pl. I*, *fig.* 5, 6 et 7) de la capacité d'un hectolitre 1/3 et munies de 2 patins ferrés, glissant sur le sol; dans ce cas les chemins doivent être unis, durcis par le frottement quoique constamment humides et parfaitement entretenus : l'homme est attelé à la benne comme un cheval, il tire en s'appuyant avec force sur ses harnais dans les parties horizontales, et dans les pentes il maintient sa benne avec la main et se laisse glisser avec elle en la retenant.

En traînant ainsi, un homme peut, quand il est exercé par une longue pratique, parcourir 60 fois la distance de 100 mètres sur un plan horizontal ou sur une pente de 10 à 15 degrés en descendant avec une benne pleine, et en remontant avec une benne vide, ce qui fait 7,980 kilogrammes à 100 mètres de distance; c'est lui qui charge la benne et qui en arrivant au puits l'accroche au câble de la machine et la dirige dans son ascension.

Ce mode de transport dispense d'avoir des char-

geurs aux tailles et des remplisseurs au puits, mais il oblige à un bon entretien des chemins, par conséquent à un cantonnier; il faut aussi admettre que la profondeur du puits d'extraction est petite et que les bennes qui servent au roulage peuvent être montées au jour même dans le cas d'une extraction un peu considérable. Sans cela on serait obligé de vider les petites bennes employées au roulage dans de grandes bennes d'extraction, ce qui obligerait à avoir un ou deux hommes à l'accrochage du puits, pour opérer ce versement de petites bennes ou pour remplir les grandes, etc.; cette circonstance augmenterait les frais de ce mode de transport.

Pour un poste de 300 bennes d'un hectolitre 1/3 ou de 400 hectolitres il faut :

	5 traîneurs à 3 fr.	15 fr.
	1 cantonnier à 1fr.,50.	1,50
Total.	6 hommes. Montant.	16,50

Ce qui fait 66 hectolitres par homme à la distance moyenne de 100 mètres, et ce qui revient à 0.0412 par hectolitre.

Dans ce service tel qu'il s'exécutait au puits de Louche, n° 1, en 1837, les traîneurs faisaient 6000 mètres avec la benne chargée et 6000 mètres avec la benne vide, en tout 12,000 mètres, et chargaient en outre 90 hectolitres dans les bennes.

Le prix de revient de ce transport est moins avantageux que celui qui se fait par brouettes dans les chemins horizontaux, mais il lui est bien préférable dans les chemins en pente; ce prix d'ailleurs est plus élevé à Blanzy parce que là, on a été obligé de payer 3 fr. par jour des hommes

choisis et peu exercés, mais avec du temps et une longue pratique de ce mode de traînage, les ouvriers du pays l'exécuteraient pour 2 francs par jour, comme cela à déjà eu lieu en 1837 au puits de Louche n° 1. Dans ce cas, les 400 hectolitres transportés a 100 mètres ne coûteraient que 11 fr. 50 c., ce qui réduirait le prix par hectolitre à 0.02875.

5 hommes traîneurs, à 2 fr. . . .	10 fr.
1 cantonnier, à 1fr.,50.	1,50
	11,50

III. — *Traînage sur le sol avec des bennes à patins.*

Chevaux.

Les hommes pour le transport intérieur des mines sont généralement préférés aux animaux, quand il y a de petites distances à parcourir et quand le service présente des difficultés, et exige l'emploi d'une force intelligente ; ce qui était le cas du roulage précédent, alors que le rouleur était obligé de charger la benne et de l'accrocher au câble de la machine et même de la diriger dans son ascension par le puits ; mais quand les distances sont longues et que le travail, s'exécutant sur une surface horizontale, peut être simplifié en le divisant, surtout alors que l'on a besoin pour une extraction développée de faire monter de grandes bennes qu'on est obligé de charger à l'accrochage du puits, l'emploi des chevaux devient souvent avantageux, même en employant le mode de traînage avec des bennes à patins ; c'est ce qui est arrivé à St-Pierre (Montceau) en 1837 : là le roulage s'effectuait dans une couche de 15 à 20

mètres de puissance dans laquelle étaient prises en direction une galerie de roulage au toit et une autre au mur de chaque côté du puits; ces galeries avaient une légère pente de 1/100 en descendant des tailles au puits, et étaient assez vastes pour faciliter les mouvements d'un cheval; le traînage d'ailleurs s'effectuait sur un sol dur qui n'était autre chose que du charbon massif; seulement les bennes conservant la même forme contiennent trois hectolitres; elles sont chargées aux tailles par des chargeurs spéciaux et versées à l'accrochage dans de grandes bennes qui en contiennent deux.

Au puits St-Pierre, voici comment le service était organisé, en 1837, avant l'établissement des chemins de fer.

Chaque cheval conduit par un charretier, amenait au puits deux bennes pleines de houille chargées par un chargeur aux tailles. Trois chevaux suffisaient facilement au service d'un poste de 100 bennes de 6 hectolitres combles ou 600 hectolitres. Trois chargeurs suffisaient également au chargement desdites bennes; il fallait en outre deux verseurs ou enchaîneurs au puits et un cantonnier. Les deux verseurs étaient chargés d'approcher très-près de la benne d'extraction placée, dans un pas de benne, ou en contrebas du sol, de manière à ce que son orifice soit peu élevé audessus de la voie de roulage, les traîneaux chargés qu'amenaient les chevaux, et de les verser l'un après l'autre dans la benne de manière à parfaire son chargement; ils l'accrochaient ensuite au câble et la dirigeaient dans son ascension dans le puits. La distance moyenne parcourue était de 150 mètres.

Ce roulage exigeait donc :

3	chargeurs payés à 2 fr. . . .	6 fr.
3	charretiers à 1fr.,25. . . .	3,75
2	verseurs au puits à.	4
1	cantonnier à 1fr.,50. . . .	1,50
3	chevaux à 3 fr.	9
12.	Total.	24,25

Ce qui fait 50 hectolitres par individu à la distance de 150 mètres, ou 75 hectolitres à la distance de 100 mètres, et ce qui revient à 0,04 par hectolitre à la distance de 150 mètres et à 0.027 à la distance de 100 mètres.

Les chevaux faisaient dans leur journée de huit heures 33 voyages, à 150 mètres, chargés en allant de 6 hectolitres combles outre le poids des bennes, et chargés du poids des bennes seulement en revenant; en tout 9.900 mètres (ce qui faisait 27.000 k. transportés à 100 mètres.)

Les chargeurs chargeaient 200 hectolitres combles chacun dans les bennes pendant leur journée, ou 18020 k. environ à la hauteur d'un mètre (l'hectolitre compté à 90 k.); le chargeage revenait dans ce cas à 0,01 l'hectolitre.

Ce mode de roulage, très-bon pour de médiocres distances et dans une mine spacieuse et dont les travaux sont réguliers et peu inclinés, conviendrait peu pour de longues distances où surtout l'emploi des chevaux est avantageux; alors il devient indispensable de se servir des chemins de fer.

IV.—*Roulage sur les chemins de fer.*

Construction des chemins de fer intérieurs.

Les chemins de fer dont on se sert dans les mines de Blanzy, sont faits avec des fers de $0^m,0580$ de largeur sur $0^m,0135$ d'épaisseur pesant 5 kil. le mètre

courant, ou 10 kil. le mètre de voie, encastrés dans des traverses cochées et solidement fixés à ces traverses par des coins en bois.

Les traverses sont espacées entre elles de $0^m,60$ à $0^m,90$ selon les courbes que décrit le chemin, et selon le poids qu'il doit supporter.

En général ces fers sont trop faibles pour la charge qu'ils ont à supporter, surtout lorsque des chevaux sont employés au roulage; il serait à désirer, pour le bien du service, et même pour l'économie bien entendue des matières, que les dimensions en fussent augmentées de 1/5 sur tous les sens; car les fers employés jusqu'ici sont détériorés et hors de service après 4 ans d'un service actif, et sont très-souvent brisés par les chocs ou pliés par le poids des masses transportées quoique neufs; on pense que la durée du service serait double avec une augmentation de dimension d'un cinquième, ce qui porterait le poids du mètre courant de fer à $8^{kil},70$ et le mètre de voie à $17^{kil},40$, et il faudrait un moins grand nombre de traverses pour avoir de la fermeté et de la solidité dans le chemin. Enfin le chemin, étant plus rigide, serait plus roulant et nécessiterait une moins grande force pour faire mouvoir le même poids; ce qui a fait adopter les dimensions ci-dessus, c'est l'économie seule, pour la première mise de fonds.

La voie des chemins intérieurs est de $0^m.80$ et s'applique facilement à toutes les galeries des mines.

Dans les mines de Montmaillot et des Porrots, où les couches n'ont pas plus de $1^m,50$ de puissance et où les galeries peuvent difficilement avoir plus de $1^m,50$ de largeur et de hauteur, la voie des

chemins de fer est de $0^{m},50$; d'ailleurs les mêmes fers sont employés à leur construction ; les chariots sont de plus petite dimension et le prix du roulage, quoique peu différent, est généralement un peu plus élevé que sur les autres points de la concession.

Les traverses ont $1^{m},30$ de longueur, et $0^{m},08$ à $0^{m},10$ d'équarrissage ; on emploie la plupart du temps du bois rond à peine équarri sur une face ; l'entaille est de $0^{m},03$ de profondeur et de $0^{m},05$ de largeur ; les coins qui servent à serrer le fer dans l'entaille et à le fixer à la traverse ont $0^{m},03$ d'épaisseur et $0^{m},16$ de longueur ; leur largeur au petit bout est de $0^{m},03$ et au gros bout de $0^{m},06$; ils sont en chêne ainsi que les traverses.

Deux ouvriers un peu habitués au travail des chemins de fer intérieurs, peuvent poser dans leur journée 25 mètres de voie de chemin de fer. Le posage leur est payé 0,25 le mètre courant.

Le mètre de chemin de fer revient à la compagnie tout posé, 4 fr. 53 c.

10 mètres de voie à 10 kil. : 100 kil. . .	34 fr.
16 traverses à $0^{fr.},50$.	8
32 coins à 2 fr. p. 0/0.	0,64
Transport des matériaux.	0,16
Pose du chemin	2,50
Total.	45,30

Considérations générales.

Les transports sur les chemins de fer dans les mines s'effectuent de différentes manières, et donnent à Blanzy des résultats qu'il est bon de constater ; on emploie ce moyen de transport pour toutes distances, même les plus petites, mais il

est à remarquer que partout où les distances ne dépassent pas 300 mètres, et où il faut un service actif, les hommes sont préférables pour le roulage aux chevaux.

Au delà de 300 mètres, l'emploi des chevaux devient avantageux, mais le service fait de cette manière exige des pentes régulières et presque nulles et un plus grand matériel; car un cheval employé au transport dans les mines, quelque habitué qu'on le suppose à son travail, ne peut dans une obscurité presque complète, et avec les difficultés que présentent habituellement les chemins, éviter les dangers auxquels l'exposeraient des pentes trop roides ou trop irrégulières; et il est rare que la disposition des galeries, d'une part, et de l'autre, la solidité des chemins de fer, permettent l'emploi de chariots assez grands pour utiliser la force d'un cheval, sans être obligé d'en attacher plusieurs, les uns à la suite des autres, ce qui oblige à avoir un nombreux matériel de chariots.

Les difficultés dont il vient d'être parlé, ajoutées aux désavantages résultant d'un travail peu régulier, par suite d'accidents de machines ou de travaux, ou par suite de mauvaises dispositions des ouvriers, ont fait différer pendant longtemps l'emploi des chevaux au roulage intérieur des mines de Blanzy, et cependant, s'il y a des irrégularités de travail à craindre par suite d'inexactitude ou de mauvaise volonté des ouvriers, l'emploi des chevaux au roulage est un des moyens de les faire cesser, et même souvent l'essai qu'on en a fait a été sans résultat, parce que les plus vives oppositions se sont manifestées dans la masse des ouvriers intéressés à leur insuccès.

Quoi qu'il en soit de l'emploi de ces deux moteurs, l'homme et le cheval, nous allons présenter les résultats obtenus avec l'un et avec l'autre, et nous nous rendrons parfaitement compte des avantages qu'on en retire et de ceux qu'on en peut retirer.

V. — *Transports effectués par des hommes sur les chemins de fer intérieurs des mines de Blanzy.*

Ces transports se sont effectués jusqu'ici avec des brouettes, avec des chariots verseurs et avec des bennes placées sur des trains de chariot.

Les bennes (*Pl. I*, *fig.* 13 et 14), montées sur des trains (*Pl. I*, *fig.* 15 et 16), surtout quand elles présentent la forme et la capacité de celles dont on se sert à Blanzy, ne peuvent être employées au roulage sur des chemins de fer qu'avec des pentes très-faibles et avec de petites vitesses.

Les chariots (*Pl. I*, *fig.* 10, 11 et 12), dont la forme et la capacité varient suivant les besoins et les localités, mais qui présentent moins d'élévation, une assiette plus large et plus de solidité dans leur mouvement, peuvent être employés sur des chemins plus inclinés, plus courbes, et dans des galeries moins élevées; ils conviennent dans beaucoup plus de cas que les bennes montées sur des trains, et sont aussi beaucoup plus employés.

Les brouettes à deux roues (*Pl. I*, *fig.* 8 et 9), telles qu'on les a faites à Blanzy, ont la même capacité que les chariots et les bennes, ordinaire-

ment de 6 à 8 hect., et portent un frein sous leurs pieds, qui en facilite l'emploi dans les pentes descendantes assez rapides ; ce frein est simplement un morceau de bois dur qui frotte sur le rail du chemin de fer, et sur lequel les hommes s'appuient fortement en descendant pour ralentir la vitesse de la brouette, dont les roues sont en outre enrayées.

(N° 1.) — *Roulage à la benne* (Pl. I, fig. 13 et 14).

On emploie ce mode de transport dans les mines, toutes les fois que les chemins sont tellement horizontaux, que l'on peut aller charger les bennes aux tailles mêmes, et les conduire au puits une fois chargées pour les faire monter au jour sans être obligé de faire aucun transbordement; il convient surtout dans les travaux de la Carrière et de Saint-Pierre (mines de Montceau), parce que là la couche est très-puissante, et qu'on peut donner aux diverses galeries ouvertes au même niveau la pente qu'on veut, et qui est convenable pour le roulage; il a été employé également dans les puits de Lucie et de l'Ouche, alors que les charbons étaient approchés des galeries supérieures sur des planchers ou places de chargement desservies par des chemins de fer, ou que les travaux à différents niveaux n'étaient qu'une section de la couche par des plans horizontaux superposés; mais il a été abandonné depuis que l'exploitation de ces couches a été changée et faite par des galeries inclinées suivant la pente.

A Saint Pierre, où ce même roulage est con-

tinué, voici les résultats qu'il donne : le poste de 100 bennes, de 6 à 8 hectolitres (la benne d'extraction à Blanzy contient un poids de 600 à 650 kilom. net), se fait avec quatre roulages (chaque roulage fait 25 voyages; on ne compte que 25 voyages par roulage, quoiqu'il soit composé de 26 bennes, parce que la 26me benne n'est comptée pour rien, étant destinée à remplacer le rocher extrait du charbon par le triage qui se fait au jour). A chaque roulage sont attachés deux hommes qui prennent une benne vide vers le puits, la conduisent à la charge, la chargent eux-mêmes, et la ramènent au puits, d'une distance moyenne de 200 mètres; quand le roulage se fait à deux étages à la fois, il faut deux enchaîneurs au puits, un à chaque étage; le même enchaîneur pourrait facilement accrocher 100 bennes à lui seul; nous verrons qu'à la carrière, le même enchaîneur en accroche 180 et jusqu'à 200 dans son poste.

On peut, en mettant un ou deux roulages de plus, porter le poste à 125 et 150 bennes, sans augmenter le nombre des enchaîneurs.

L'entretien des chemins de fer est fait par un homme qui doit aussi être compté dans le roulage d'un poste. C'est donc :

Pour 4 roulages seulement, ou 100 bennes.	8	rouleurs à 2 fr.	16 fr.
	2	enchaîneurs à 2 fr. . .	4
	1	cantonnier à 2 fr. . . .	2
	11.	Total. . . .	22
Pour 6 roulages ou 150 bennes.	12	rouleurs à 2 fr.	24 fr.
	2	enchaîneurs à 2 fr. . .	4
	1	cantonnier à 2 fr. . .	2
	15.	Total. . .	30

Dans le premier cas, le roulage est de 54 hect. par individu, à la distance de 200 mètres, et coûte $0^f,036$ par hect. ou $0^f,018$ à une distance de 100 mètres, que nous avons adoptée pour terme de comparaison.

Dans le deuxième cas, le roulage est de 60 hect. par individu, à la distance de 200 mètres ou de 120 hect. à celle de 100 mètres; il revient à $0^f,033$ par hect. pour 200 mètres de distance, et à $0^f,0165$ par hect. pour 100 mètres de distance.

La distance totale parcourue dans ce service par le rouleur est de 10.000 mètres, dont 5.000 à vide et 5.000 chargés.

Le chargement des bennes peut être estimé à la moitié du travail, en sorte que s'ils ne faisaient que rouler la distance parcourue pourrait être double ou la quantité roulée double; on peut donc décomposer ainsi qu'il suit le roulage dont il s'agit :

	A 200 mètres.		A 100 mètres.	
Chargement.	0,0133	0,0133	0,0066	0,0066
Roulage. . .	0,0133	0,0133	0,0066	0,0066
Cantonnier. / Accrochage.	0,0064	0,0094	0,0033	0,0048
	2e cas.		1er cas.	

Le poids net transporté est de 15.000 kilog. par homme et par 100 mètres de distance.

A la Carrière, où la distance à parcourir par les rouleurs est un peu moins grande qu'à Saint-Pierre, on peut l'estimer moyennement à 150 mètres depuis les tailles jusqu'à l'entrée du percement; chaque roulage est de 30 bennes, ce

qui fait 13,500 kil. nets transportés à 100 mètres de distance moyenne par homme.

Les travaux sont disposés à la carrière de telle sorte que le roulage, très-facile dans les galeries, est très-difficile dans un long et étroit percement au rocher en arrivant au puits; on a été obligé de faire un relais depuis l'entrée de ce percement jusqu'au puits, et deux hommes en font seuls le service.

Depuis l'entrée du percement jusqu'au puits, sur un parcours tout à fait horizontal de 80 mètres, deux hommes, placés en relais, roulent le poste entier, qui est de 150 bennes au moins, et font 36.000 kilog. nets transportés à 100 mètres par chaque homme.

Il est à remarquer que dans ce cas les hommes ne chargent pas les bennes, et ne font que les rouler sur un court espace de chemin qui est toujours le même, ce qui facilite beaucoup leur travail.

Un seul enchaîneur et un gamin suffisent à l'accrochage au puits, même pour un poste de 180 bennes, suivant que le service se fait avec 5 ou avec 6 roulages.

Il faut en outre un cantonnier pour l'entretien des chemins de fer.

Ainsi, le personnel du poste est de :

Pour 5 roulages de 30 bennes nettes, ou 150 bennes, ou 900 hect.	10 rouleurs aux tailles à 2 fr.	20 fr.
	2 *id.* au percement à 2 fr.	4
	1 enchaîneur à 2 fr. . . .	2
	1 gamin à 1 fr.	1
	1 cantonnier à 2 fr. . . .	2
	Total.	29

Ce qui fait 60 hect. par individu, et porte le

prix de la main-d'œuvre à $0^f,032$ par hect. pour une distance totale parcourue de 230 mètres, ce qui, enfin, pour une distance de 100 mètres, ferait 138 hect. par individu, et coûterait $0^f,0139$ par hectolitre.

Le poids moyen transporté à 100 mètres de distance réduite et par homme est de 17,250 kilogrammes.

De tous ces résultats obtenus, si ce n'est de ceux qui ont rapport au roulage avec de petites bennes à patins, traînées par des hommes sur les pentes (II), et de tous ceux dont il nous reste à nous entretenir, il doit être distrait une dépense d'approchage, qui est à peu près la même dans tous les cas, et qui est nécessaire pour rendre, à pied d'œuvre du chargement, les charbons qui en sont souvent éloignés ou qui sont inaccessibles par les roulages; cette dépense est de $0^f,015$ par hectol.; mais comme une partie seulement des charbons d'un poste est approchée, cette somme, pour un parcours total réduit de 100 mètres, peut être estimée à $0^f,005$ (on paye $0^f,10$ la benne de 6 à 7 hectol. approchée de 10 à 20 mètres, ce qui fait $0^f,015$ par hectol. environ. La partie de charbon approchée dans un poste ne dépasse pas la moitié du tout, ce qui réduirait cette somme de $0^f,015$ ou $0^f,0075$, en l'affectant au poste entier, dont le roulage se fait ordinairement à 200 mètres environ de distance moyenne, et à $0^f,00375$ pour une distance réduite à 100 mètres; en la portant à $0^f,005$ par hectol., on est plutôt en dessus qu'en dessous de la vérité).

Pour être exact dans l'appréciation des dépenses de main-d'œuvre nécessitées par le roulage, il faudra donc ajouter cette somme de $0^f,005$

aux résultats trouvés pour le parcours simple des distances que nous envisageons dans cette notice.

Le train d'une benne, qui est simplement un cadre en bois de $0^m,15$ d'équarrissage, proportionné à la largeur du fond de la benne et disposé pour recevoir deux essieux à la voie du chemin de fer avec ses roues, a

Une élévation de.	$0^m,40$
La benne a une hauteur, y compris les oreilles et l'épaisseur du fond.	$1^m,35$
Ce qui fait. . . .	$1^m,75$

Comme les bennes en arrivant au jour sont exigées pleines, on les surcharge au chargement, et il arrive souvent, surtout quand elles contiennent de gros blocs, que la charge dépasse le bord de $0^m,15$ à $0^m,20$. Il faut donc strictement, pour faire passer une benne chargée, au moins 2 mètres de hauteur aux galeries et $2^m,25$ pour pouvoir facilement la charger au besoin.

Le roulage à la benne sur train, comme l'on voit, est très-avantageux et convient parfaitement pour les mines où il est appliqué, parce qu'il a l'avantage de produire au jour, sans versement ni transbordement aucun, la houille en gros blocs telle qu'elle est livrée par les mineurs dans les chantiers d'abattage.

Cependant, comme en général les meilleurs rouleurs sont des jeunes gens de 15 à 25 ans, nécessités par un travail qui exige une grande habitude et plus d'agilité et d'adresse que de force, il arrive souvent que l'avantage dont il vient d'être parlé disparaît, parce que ces jeunes gens étant faibles de corps et d'une taille peu élevée, ne peuvent pas, même en se mettant deux, élever les gros blocs

de charbon à la hauteur de la benne, et qu'ils sont obligés de les briser; cette raison, jointe à la difficulté d'avoir partout, avec de la solidité, la hauteur nécessaire aux galeries pour laisser passer les bennes, et la pente assez douce et assez régulière pour que le roulage ne soit pas interrompu par des chutes de bennes fréquentes, l'a fait abandonner sur quelques points, pour y substituer le roulage au chariot dont nous allons parler.

(N° 2.) — *Roulage au chariot.*

Dans les mines de Lucie et des Communautés, le roulage se fait au chariot-caisse, qui n'est autre chose qu'une caisse de forme carrée, de la capacité de 6 à 8 hectolitres, comme la benne d'extraction, et placée sur un train auquel elle est fixée; la face de devant du chariot s'ouvre en forme de porte pour faciliter le chargement et le déchargement, et le tout est solidement ferré (comme l'indique la *Pl. I*, *fig.* 10, 11 et 12), et peut être roulé par des hommes ou par des chevaux.

Partout où l'on se sert de chariots-caisses pour le roulage sur les chemins de fer, les rouleurs font au moins 25 voyages à une distance moyenne de 250 mètres; deux hommes mènent à la charge un chariot, le remplissent de houille et le ramènent au puits où ils le déchargent; il faut pour cela que la houille soit à portée d'être chargée et très-rapprochée du chemin de fer.

Au puits des Communautés, les rouleurs font 30 voyages, et la distance est de près de 300 mètres.

Au puits de Lucie, n° 2. Pour une distance de 500 mètres, il y avait deux relais.

Au puits de Lucie, n° 3. Une partie du roulage se fait sur des plans automoteurs.

Nous reviendrons sur chacun de ces cas particuliers, et nous verrons l'influence que ces dispositions exercent sur le résultat obtenu et le prix du transport; pour le moment, nous allons prendre le cas le plus simple et le plus général, celui où tout le parcours est sur une pente moyenne assez douce et assez régulière, et où la distance est de 250 mètres.

Pour un poste de 150 bennes de 6 hectolitres combles, il faut :

6 roulages de 2 hommes :	12 hommes	à 2 fr. .	24 fr.
4 remplisseurs (1) au puits :	4 *id.*	à 2 fr. .	8
1 *cantonnier boiseur* :	1 *id.*	à 2 fr. .	2
	17 hommes.	Total.	34

Ce qui donne 53 hect. par homme et revient à $0^{f},0377$ par hect., à la distance de 250 mètres ou 132 hect. par homme, et $0^{f},015$ par hect., à la distance réduite de 100 mètres, ce qui porte

(1) Les remplisseurs au puits ne devraient pas être comptés dans le roulage, puisque le chargement des chariots a déjà été fait aux tailles par les rouleurs, et que le transbordement est une opération complexe tout à fait indépendante; cependant nous l'avons compris dans le roulage, parce que, dans tous les cas que nous avons examinés ci-dessus, nous avons supposé la houille rendue au crochet du câble du puits; toutefois si de ce compte on distrayait pour un simple aperçu les remplisseurs qui y figurent, on arriverait à 13 hommes coûtant 26 fr. pour 150 bennes de 6 hect. transportées à 250 mètres, c'est-à-dire à 169 hect. par homme, et à $0^{fr.},0115$ par hect. transportés à 100 mètres.

à 18.750 kil. nets la quantité transportée par homme à la distance de 100 mètres.

Au puits des Communautés, les rouleurs font 30 voyages, ce qui réduirait à 10 hommes le nombre des rouleurs du poste de 150 bennes, et porterait le prix de revient par hectolitre à 0f,013 pour une distance de 100 mètres. A ce puits des Communautés, chaque rouleur fait 18.000 mètres de chemin dans la journée, et charge 180 hect. de charbon dans le chariot, c'est-à-dire à 1m,50 de hauteur, et transporte 27.000 kil. de houille par jour, à la distance réduite de 100 mètres (chargement compris).

Au puits de Lucie, n° 2, lorsque les transports s'effectuaient avec des hommes, il y avait du côté de l'est une distance à parcourir de 500 mètres, et une distance de 200 mètres seulement du côté de l'ouest. Le roulage s'effectuait à l'ouest avec un seul relais et s'établissait aux mêmes conditions qu'il a été dit; du côté de l'est, il y avait deux relais; les rouleurs qui allaient à la charge amenaient leur chariot chargé à la gare, ou double voie placée à moitié chemin du puits, c'est-à-dire à 250 mètres, et en ramenaient un vide à la charge; les rouleurs du deuxième relais prenaient le chariot chargé amené à la gare par les hommes du premier relais, et le poussaient au puits, où ils le déchargeaient, et d'où ils ramenaient aussi un chariot vide à la gare; dans ce cas, 4 hommes suffisaient pour le roulage, sur le chemin de fer, de 75 bennes de 4 hectolitres combles (pesant 400 kil.), à la distance de 500 mètres, et faisaient chacun 25.000 mètres de chemin dans leur journée de 8 heures (50 voyages chacun de 250 mètres à 6 hectolitres combles ou 600 kilogr. nets par voyage).

Chaque rouleur transportait dans ce cas 37.500 kilog. à la distance réduite de 100 mètres, mais il ne chargeait pas son chariot. Deux hommes constamment occupés suffisaient à les charger.

Le transport se faisait dans des chariots de 6 hect. en 50 voyages.

Le chargement de ces 75 bennes au puits s'effectuait aussi avec deux hommes.

Là, le travail se trouvait parfaitement divisé; le chargement était fait par des hommes presque exclusivement occupés à charger les chariots; leur service consistait à prendre, sur un embranchement généralement peu éloigné (25 mètres au plus), les chariots vides, à les conduire aux tailles, à les charger et à les ramener sur l'embranchement où le premier relais de rouleur devait les *venir prendre*. Ces hommes étaient payés comme les *rouleurs*, 2 fr. par jour, c'est-à-dire 0f,01333 *par hectolitre*.

Le roulage, sur une longueur de chemin de fer de 500 mètres, y compris le versement des chariots à la place d'accrochage du puits, occupait 4 hommes à 2 fr., ce qui faisait 8 fr. pour 300 hect. ou 0,026 par hect. pour 500 mètres parcourus, et 0f,0052 par hect. pour 100 mètres de distance réduite; ce dernier chiffre exprime, dans tous les cas, à peu près le prix du transport simple sur des chemins de fer, effectué par des hommes gagnant 2 fr., et travaillant 8 heures.

Le remplissage des bennes au puits se faisait par deux hommes payés 1f,50, ce qui faisait 3 fr. pour 300 hect., ou 0f,03 par hect.

En récapitulant ces différents prix de revient partiels, on obtiendra le prix de revient total de

la houille chargée, roulée et rendue au crochet de la machine, qui est de

	f.
Chargeage. . . .	0,0133
Roulage.	0,0052
Remplissage. . .	0,0100
Total. . .	0,0285

(N° 3.) — *Du roulage à la brouette.*

Le roulage à la brouette à deux roues ne diffère de celui qui se fait au moyen de chariots, qu'en ce que les brouettes peuvent aller sur des pentes plus rapides que les chariots; le travail, d'ailleurs, est tout à fait le même et revient au même prix; il est cependant à observer qu'avec des brouettes on est souvent dispensé de faire approcher les charbons, surtout quand l'abattage de ces charbons se fait dans des galeries inclinées; dans ce cas seulement, le service des brouettes est avantageux. Dans les deux puits de Lucie, et dans celui des Communautés, les brouettes ont été longtemps exclusivement employées, et elles n'ont été supprimées que quand les distances se sont beaucoup éloignées, et quand les rampes, trop longues et trop rapides, n'ont plus permis leur emploi.

La brouette de Blanzy est une caisse contenant 6 hect. combles, montée sur deux brancards légers terminés d'un côté en poignée, et de l'autre, disposée pour recevoir un essieu de chariot à deux roues montées à la voie des chemins de fer; la caisse, ferrée comme celle des chariots, est cependant plus légère et s'ouvre comme elle sur la face de devant, au moyen d'une porte tournant sur une tringle ou traverse (Voir *Pl. I*, *fig.* 9 et 10); elle diffère enfin du chariot-caisse, dont elle

a même la forme et la capacité, par la légèreté, par les deux bras qui servent à la diriger, et surtout par ses pieds, qui servent de frein.

Les pieds d'une brouette sont les parties sur lesquelles elle s'appuie en même temps que sur les roues; quand elle est en repos, ils remplacent ici le deuxième essieu du chariot, et sont faits d'une manière très-solide et avec du bois dur; la semelle du pied peut facilement se remplacer quand elle est usée.

Quand on descend une rampe avec une brouette ainsi faite, chacun des hommes qui la conduisent la laisse glisser sur le rail du chemin de fer, en pressant de tout son poids sur les bras de la brouette, et en augmentant par cette pression le frottement de la semelle contre le sol, il en résulte un grand ralentissement de la vitesse; si la rampe est *forte, outre* la manœuvre dont il vient d'être *parlé, on* enraye les roues.

On peut de cette manière descendre des rampes de $0^m,25$ à $0^m,30$ sur 1 mètre, bien plus facilement, et deux hommes suffisent pour retenir la brouette chargée.

Quand les rampes sont longues ou plus roides, un troisième homme est nécessaire pour retenir la brouette; quelquefois même on en met quatre. Dans ce cas, les hommes de supplément sont placés en arrière des rouleurs, et retiennent la brouette au moyen d'une corde accrochée ou attachée à la traverse en fer qui soutient la porte.

Dans les parties horizontales, l'un des rouleurs soutient la brouette par les bras et la conduit en équilibre; l'autre, attelé devant elle, la tire et la fait rouler.

Ce travail demande une grande habitude chez

les hommes qui le font, surtout chez celui qui dirige la brouette par les bras, et qui la retient dans les rampes; il arrive souvent qu'une brouette qui sort de la voie entraîne dans sa chute l'homme qui la guide, et pourrait lui faire beaucoup de mal, s'il ne laissait aller de suite les deux poignées; cet inconvénient a fait renoncer à l'emploi des brouettes dans les mines dont les galeries sont étroites et basses.

Une brouette qui se dévie est facile à remettre en voie. Les ouvriers habitués à cette manœuvre la font sans difficulté.

On a aussi renoncé à l'emploi des brouettes pour des rampes fortes et longues, parce qu'il arrivait souvent que dans une partie de la longueur de la rampe, quel que fût l'accord qui régnât entre eux, les hommes qui la conduisaient en la retenant lui laissaient prendre, malgré eux, une vitesse qu'ils n'étaient plus maîtres de modérer; alors il en résultait souvent des accidents pour les hommes et toujours des fractures de brouettes qui devenaient dispendieuses; mais on peut dire que cette brouette a rendu de grands services aux mines de Blanzy, et qu'elle est appelée à en rendre encore toutes les fois qu'on n'aura que de légères et courtes rampes descendantes à parcourir.

Pour les rampes ascendantes, quelque faibles qu'elles soient, elle est d'un mauvais usage et n'est jamais employée.

Les calculs qui ont été faits pour le roulage avec des chariots à 4 roues s'appliquent tout à fait à celui fait avec des brouettes à 2 roues, et donnent pour ces dernières le même résultat.

Dans presque tous les cas que nous venons d'examiner, nous avons supposé que la houille à

rouler au puits était placée près du chemin de fer, à portée d'être facilement chargée dans les chariots ; cependant l'abattage de la houille se fait, la plupart du temps, au haut de montagnes fort inclinées ou dans des galeries supérieures à la voie de roulage qui ne peuvent être desservies par les chemins de fer, et d'où il est indispensable, par un moyen quelconque, d'amener la houille au lieu de chargement, c'est-à-dire de l'approcher du chemin de fer.

Cette opération, qui, par la disposition des travaux de Blanzy, est faite dans toutes les mines, augmente, comme nous l'avons dit, de 0f,005 par hect. et par distance de 100 mètres le roulage simple fait sur les chemins de fer.

L'approchage se fait généralement au jet de pelle, parce que souvent les distances à parcourir pour ce travail sont petites; on l'exécute à la brouette ordinaire, quand les distances augmentent et quand la disposition des lieux le permet; quelquefois, surtout dans les parties rapides, l'approchage se fait en établissant, de distance en distance, des couloirs en planches qui font communiquer les galeries supérieures avec la voie de roulage inférieure en projetant dans ces couloirs les charbons qui se trouvent, par leur propre poids, facilement rapprochés de la place de chargement.

Toutes ces dispositions d'approchage ont deux inconvénients graves ; le premier, de briser beaucoup le charbon, de le salir, de le détériorer même par un frottement continuel sur un sol tendre et souvent humide ; le deuxième, d'obliger à beaucoup de percements entre les galeries supérieures et la voie de roulage, ce qui est sou-

vent très-dispendieux et toujours nuisible à la solidité des travaux.

On a cherché, à Blanzy, à éviter, dans certains cas, ces graves inconvénients, et l'on y a parfaitement réussi en établissant sur les rampes des plans inclinés automoteurs, sur lesquels les chariots, chargés dans les galeries supérieures, descendent facilement sans choc et avec une faible vitesse sur la voie de roulage.

L'essai de ces plans inclinés automoteurs a été fait pour la première fois à Blanzy, dans la mine de Lucie, et maintenant leur emploi est devenu tout à fait usuel.

Voici comment se fait le roulage sur ces plans inclinés, que nous avons appelés automoteurs, parce que le chariot plein en descendant fait remonter, en l'entraînant, le chariot vide.

L'exploitation de Lucie a lieu dans une couche de 12 à 13 mètres de puissance, assez régulièrement inclinée au nord, de $0^{m},25$ par mètre. Pour faciliter l'extraction, on a divisé le massif exploitable en plusieurs champs d'exploitations ou étages éloignés verticalement les uns des autres de 12 à 15 mètres, et communiquant chacun au puits d'extraction par un percement ou galerie d'accrochage.

Le premier accrochage d'un puits, ou l'accrochage du premier étage est ouvert dans le toit de la couche, le deuxième est ouvert à la rencontre de la couche par le puits, et à 12 ou 15 mètres plus bas que le premier.

Le troisième étage est ouvert dans le mur de la couche à 12 ou 15 mètres au-dessous du deuxième (les accrochages ouverts dans le toit et dans le mur sont des galeries de recoupe rejoignant la

couche à une certaine distance du puits). Tout le massif compris entre deux étages est exploité par l'étage inférieur où sont établies les voies de roulage principales, selon la direction et en suivant le toit ou le mur horizontalement. Sur un point de la voie principale de roulage d'un étage, que l'on suppose suivre le mur de la couche, on ouvre un montage ou galerie inclinée comme le mur dont elle suit l'inclinaison ; ce montage est fait au cordeau et est à peu près perpendiculaire à la direction de la voie de roulage, il a au moins trois mètres de largeur et $2^{m},25$ de hauteur de manière à pouvoir y établir un chemin de fer à double voie, il est continué jusqu'à l'étage supérieur auquel il peut communiquer ; dans ce montage sont ouverts à droite et à gauche et de dix mètres en dix mètres des galeries, suivant la direction de la couche, menées horizontalement comme la voie de roulage à laquelle elles sont parallèles et comme elle armées d'un chemin de fer, en sorte que les chariots puissent y circuler.

Deux chariots porteurs dont le tablier est rendu horizontal malgré la pente du chemin incliné, sont placés sur les chemins de fer du montage l'un d'un côté, l'autre de l'autre ; une corde enroulée sur un frein placé au haut du montage enchaîne leur mouvement de manière que l'un monte quand l'autre descend ; ces chariots porteurs sont destinés à recevoir les chariots chargés, dans les différentes galeries débouchant au montage ; ils sont à cet effet armés d'un fragment de chemin de fer qui se raccorde avec les chemins de fer des galeries dont ils sont très-rapprochés.

Au moment où l'on commence le service, il faut supposer un chariot chargé dans une galerie

supérieure et les deux chariots porteurs disposés par la longueur de la corde qui les lie à s'arrêter l'un en face de cette galerie, quand l'autre est au bas du plan incliné; les deux rouleurs qui ont chargé le chariot dans la galerie supérieure l'amènent sur le chariot porteur qui est au haut; un chariot vide doit avoir été amené en même temps sur le chariot porteur qui est au bas du plan incliné; alors on desserre le frein convenablement, le chariot plein descend et le vide monte; arrivés tous les deux au bout de leur course, le chariot plein est poussé sur la voie de roulage et conduit au puits, et le chariot vide poussé sur la voie de la galerie supérieure est conduit à la charge.

Quand le chariot revient vide du puits, il est de nouveau placé par les rouleurs qui le conduisent sur le chariot porteur qui est au bas du plan incliné; celui qui pendant ce temps a été chargé dans la galerie supérieure, est aussi par les rouleurs qui le conduisent placé sur le chariot porteur, qui attend en haut du plan incliné; et en desserrant de nouveau le frein le mouvement recommence, le chariot plein qui descend entraîne le chariot vide qui monte, et ainsi de suite.

Quand tous les charbons de cette galerie supérieure sont ainsi amenés sans choc et sans transbordement sur la voie de roulage inférieure et de là au puits, on ajuste les cordes du frein pour que les chariots porteurs s'arrêtent en face d'une autre galerie supérieure parallèle, dont les charbons sont de la même manière descendus et roulés au puits; jusqu'à ce que tous ceux qui doivent passer sur un plan incliné aient été enlevés; après quoi on passe à un autre plan incliné où le service se fait de la

même manière jusqu'à ce que le roulage du poste soit terminé.

Habituellement deux plans inclinés automoteurs sont en activité en même temps, un de chaque côté du puits; on peut en avoir le nombre nécessaire pour le poste; leur service n'entrave en aucune manière le roulage qui se fait avec des chariots et avec le même nombre d'hommes que s'il n'avait pas lieu sur des chemins en pente et dans les galeries supérieures; les deux hommes qui conduisent ordinairement un chariot dans les parties horizontales suffisent pour le service; ils amènent le chariot vide du puits au bas du plan incliné et le placent sur le chariot porteur; ils montent alors vers le plan incliné, vont se placer au frein, et par le mouvement de ce frein, remontent ce chariot *vide*, en descendant en même temps un chariot *plein* qu'accompagnent deux autres rouleurs; le chariot vide est par eux sorti de dessus le chariot porteur et conduit aux tailles dans une des galeries supérieures, chargé, et ramené ainsi chargé sur le chariot porteur; de là, descendu au moyen du frein sur la voie de roulage, et roulé enfin à la place de déchargement ou accrochage du puits. La disposition de ce travail est indiquée *Pl. II*, *fig.* 6 et 7.

Il faut à Lucie, n° 3, pour un poste de 150 bennes avec un plan incliné :

12 rouleurs, faisant chacun 25 voyages, à une distance moyenne de 200 mètres, y compris le plan incliné, payés à 2 fr. . . . . 24 fr.

Les hommes, dans ce cas, transportent chacun 15.000 kil. à 100 mètres de distance.

Ce qui fait 0f,0266 par hect. pour la longueur

totale, et $0^f,0133$ pour une distance réduite à 100 mètres.

Le chargement au puits occupe :

4 hommes payés 2 fr. . . . . 8 fr.

ce qui fait $0^f,0088$ par hectolitre ; en sorte que le roulage entier, y compris le chargement du puits et l'accrochement des bennes, revient à $0^f,022$ par hect. et par 100 mètres de distance.

Outre l'avantage de ne point briser le charbon et d'éviter des pelletements et des transbordements, ce mode de transport dispense presque entièrement de l'approchage, qui coûte moyennement, dans les mines de Blanzy, $0^f,005$ par hectolitre transporté à 100 mètres, et contribue à la solidité des mines, en ce qu'il n'oblige pas à repercer aussi souvent les massifs qu'on le fait par les moyens ordinaires pour faciliter l'approchage; car les plans inclinés ne s'établissent qu'à 100 mètres au plus les uns des autres, et les galeries qu'ils desservent, poussées de 50 mètres au moins de chaque côté du plan incliné, n'ont aucune communication entre elles, et laissent subsister intacts les piliers qui les séparent.

Ce mode de transport, qui, pour l'intérieur des mines, est ce qu'il y a de plus perfectionné à Blanzy, n'est employé que depuis peu d'années, et pourra, en se perfectionnant encore par la pratique, et en se généralisant, rendre de grands services (1).

(1) *Note sur le roulage effectué en* 1841, 1842 *et* 1843. — Les transports par hommes sur les chemins de fer, tels qu'ils ont été organisés dans le commencement de 1837, se sont beaucoup perfectionnés par la pratique, et maintenant il est assez ordinaire que deux hommes chargent leurs bennes posées sur des trains ou leurs chariots, con-

VI. — *Roulage sur les chemins de fer avec des chevaux.*

Assez peu de localités se prêtent au roulage in-

---

tenant au moins 600 kil. de houille, et fassent 31 voyages dans leur journée de 8 heures, à une distance moyenne de 250 mètres. Ils ne peuvent guère dépasser la distance de 300 mètres, qu'ils parcourent quelquefois; ce qui fait au moins 23.250 kil. nets, transportés à 100 mètres par chaque homme.

Quand les distances augmentent ou dépassent 300 mètres, le chargement s'effectue par un homme supplémentaire attaché à chaque roulage.

Pour charger 31 bennes et les rouler dans ce cas jusqu'à 400 mètres, il faut 3 hommes; ce qui équivaut à 24.800 kil. par homme et par distance de 100 mètres. (Le roulage seul effectué par deux hommes donne 37.200 kil. pour chacun à la distance de 100 mètres.)

Passé la distance de 400 mètres, il convient d'employer des chevaux.

Dans les deux cas ci-dessus, soit que le chargement des bennes ou des chariots se fasse par les rouleurs, soit qu'il se fasse par un homme supplémentaire, voici le prix de la main-d'œuvre de ce roulage tel qu'il s'effectue maintenant dans presque toutes les mines de Blanzy, même dans celles où un plan incliné se trouve intercalé dans la distance à parcourir. (Quand le plan incliné est à l'une des extrémités du chemin, il est assez ordinaire d'en faire faire le service par des rouleurs spéciaux, qui sont tenus de livrer aux rouleurs du poste les bennes ou chariots chargés au bas du plan incliné, pour le prix de $0^{fr.}$,10 l'un.)

Pour un poste de 124 bennes et pour une distance de 300 mètres :

Roulage à la benne (Saint-Pierre).

8	rouleurs à. . . .	2 fr.	16 fr.
1	enchaîneur à. .	2	2
3	approcheurs à. .	1,50	4,50
1	cantonnier à. . .	2	2
Total. 3			24,50

Ce qui revient à 0^{fr},204 par benne de 600 kil., ou 0^{fr},034

térieur avec des chevaux sur des chemins de fer ; il est nécessaire pour cela d'avoir des galeries assez spacieuses pour que les mouvements des chevaux soient libres dans tous les sens ; d'avoir

---

par 100 kil., ou enfin $0^{fr.},011$ par 100 kil. et par distance de 100 mètres.

Roulage au chariot (Lucie).

8	rouleurs à. . . .	2 fr.	16 fr.
3	enchaîneurs à. .	2	6
3	approcheurs à. .	1,50	4,50
1	cantonnier à. . .	2	2
Total. 15			28,50

Ce qui revient à $0^{fr.},2375$ par benne, ou $0^{fr.},0395$ par 100 kil., ou enfin $0^{fr.},0132$ par 100 kil. et par 100 mètres.

Pour un poste de 124 bennes, et pour une distance dépassant 300 mètres et jusqu'à 450 mètres :

Roulage à la benne (Saint-Pierre).

8	rouleurs à. . . .	2 fr.	16 fr.
1	enchaîneur à. .	2	2
4	chargeurs à. . .	2	8
1	cantonnier à. . .	2	2
2	approcheurs à. .	1,50	3
Total. . 16			31

Ce qui revient à $0^{fr.},25$ par benne, ou $0^{fr.},0416$ par 100 kil., ou enfin à 0,0101 par 100 kil. et par distance de 100 mètres.

Roulage au chariot (Carrière).

8	rouleurs à. . . .	2 fr.	16 fr.
4	chargeurs à. . .	1,50	6
3	enchaîneurs à. .	2	6
1	cantonnier à. . .	2	2
2	approcheurs à. .	1,50	3
Total. . 18			33

Ce qui revient à $0^{fr.},266$ par benne, ou $0^{fr.},044$ par 100 kil., ou enfin $0^{fr.},011$ par 100 kil. et par 100 mètres.

des pentes très-faibles sur les chemins de fer et un matériel nombreux approprié à ce service ; il faut enfin, pour qu'il y ait avantage, avoir de longues distances à parcourir.

Cette dernière condition a fait jusqu'ici différer sur beaucoup de points l'emploi de ce moteur, parce que le peu de profondeur des mines en général faisait regarder comme plus avantageux l'ouverture de nouveaux puits, pour rapprocher les distances, quand elles devenaient trop longues pour le roulage avec des hommes, que d'avoir de longues lignes de chemins intérieurs, desservies par des chevaux ; cependant l'essai des chevaux employés au transport a été fait aux puits de l'Ouche n° 1 ; à Saint-Pierre, à la Carrière et à Lucie, n° 2, et a donné des résultats assez satisfaisants pour que nous les consignions ici.

A Saint-Pierre. L'année dernière, c'est-à-dire en 1839, un cheval amenait au puits, dans sa journée, 75 bennes de 6 hect., de la distance de 250 mètres environ.

Il fallait pour ce roulage :

1	cheval à 3 fr.	3 fr. (1)
3	chargeurs à 2 fr. . .	6
1	charretier à 1fr.,25. .	1,25
1	conducteur à 2 fr. . .	2
1	enchaîneur à 2 fr. . .	2
1	gamin aide à 1 fr. .	1
8	Total. . . .	15,25

Ce qui porterait l'hectolitre roulé à 250 mètres à 0f,0338 ou à 0f,0135 pour 100 mètres de distance.

(1) Dans ce prix sont compris la nourriture du cheval et son entretien en harnais, ferrage, etc.

Le cheval roulait dans ce cas 112.500 kilogr. dans la journée de 8 heures, à la distance réduite de 100 mètres.

A la Carrière. Le même service, à peu près, se faisait avec des chariots au lieu de bennes; là,

	1	cheval à 3 fr. . . .	3 fr.
	1	charretier à 1fr.,50. .	1,50
	1	verseur à 2 fr. . . .	2
	3	chargeurs à 2 fr. . .	6
En tout	6.	Montant. .	12,50

roulaient 90 bennes de 6 hect. à la distance de 200 mètres environ (108.000 kilogr. à la distance de 100 mètres), ce qui faisait 0f,023 par hect., conduits à 200 mètres, ou 0f,0115 par hect. et par 100 mètres de distance.

Ce résultat, qui est assez beau, n'était obtenu que pour un roulage provisoire; pour l'envisager de la même manière que le précédent, il faudrait ajouter à ce qu'il coûte le montant des journées de 3 hommes à 2 fr., employés à charger les bennes après le déchargement des chariots, ce qui porterait cette dépense 18f,50, et le prix de l'hect. transporté à 100 mètres à 0f,0171.

Le point où ce roulage avec les chevaux a été le plus opportun et où il se continue avec le plus d'avantage, c'est à Lucie, n° 2. Là, un cheval amène au puits 100 bennes de 6 hect. de la distance moyenne de 500 mètres, dans sa journée de 8 heures; il traîne 4 chariots à la fois et fait 25 voyages (ce qui fait 300.000 kilog. transportés à 100 mètres).

Il faut pour le service :

4	chargeurs à 2 fr.	2 fr.
1	charretier à 1fr.,50.	1,50
1	verseur au puits à 1fr.,50.	1,50
2	chargeurs au puits à 1fr.,50.	3
2	gamins *id.* à 0fr.,75.	1,50
1	cheval à 3 fr.	3
11.	Coûtant. . .	18,50

Ce qui porte le prix de transport à of,03 par hectolitre pour une distance de 500 mètres, et à of,006 par hectolitre pour 100 mètres de distance.

C'est sans contredit le résultat le plus avantageux qu'aient offert les mines de Blanzy, à cause de la grande distance parcourue : ce travail, fait auparavant avec des hommes, nécessitait 2 relais de rouleurs et 1 de chargeur, et coûtait, ainsi que nous l'avons vu, of,0285 par hect. ou par 100 kilogrammes, et par 100 mètres de distance.

La comparaison de ces deux résultats fera juger de l'avantage qu'il y a à employer les chevaux pour les transports à de longues distances.

Je dois ajouter, pour le cas particulier dont il s'agit, que le cheval, qui est de force très-médiocre, fait son service avec beaucoup de facilité, et pourrait même en faire un plus pénible s'il en était besoin, ce qui améliorerait encore le résultat ci-dessus.

Tous les jours d'ailleurs les distances à parcourir augmentent, et si on laisse au cheval le même travail, son service augmente réellement; la distance est déjà de 60 mètres de plus que lorsque le roulage a été organisé (1).

(1) *Note.*—En 1841, le même service s'est continué jusqu'à plus de 600 mètres, et se faisait aussi facilement lors-

Pour compléter la série des modes de transport employés dans les mines, afin de pouvoir les comparer et en déduire l'utilité relative, il nous reste à nous occuper du roulage sur les rampes ascendantes, soit que ce roulage se fasse à dos d'homme ou en faisant glisser sur le sol des traîneaux, soit qu'il ait lieu sur des chemins de fer.

Les rampes ascendantes sont rarement parcourues dans les mines sur de longues distances, parce qu'en général, les frais de traction sont considérables, et peu en proportion avec l'économie qui préside à tous les travaux des mines; elles sont la plupart du temps occasionnées par un accident dans les terrains ou par des recherches qui n'exigent que leur emploi provisoire; cependant il peut être intéressant, pour ceux qui s'occupent de la matière, de connaître les moyens employés suivant les localités pour les franchir et les résultats obtenus dans l'emploi de ces moyens, à Blanzy.

VII. — *Travail au tour à manivelles.*

Autrefois à Blanzy, pour les recherches qu'on faisait en profondeur et sur l'inclinaison des couches, et pour toute espèce de travaux qui nécessitaient l'élévation des déblais ou des eaux, on employait le système flamand, de faire de petits puits appelés burks, sur lesquels on établissait un tour à bras, et l'extraction de l'eau et des déblais se faisait avec de petites tonnes ou bennes, dont la capacité variait de 0h,60 à 1 hectolitre.

---

qu'il a été arrêté, qu'au commencement où il n'y avait que 500 mètres.

Un burk sur lequel est placé un treuil simple de $0^m,25$ de diamètre, armé d'une manivelle de $0^m,50$ de rayon, peut avoir jusqu'à 30 mètres de profondeur, et être desservi par 4 hommes, si le service n'est pas très-actif, et si les bennes ne dépassent pas le poids net de 80 kil.

Dans ce cas, les 4 hommes montent une benne en une minute et demie; il leur faut 38 tours de manivelle pour le versement de la benne et les fausses manœuvres; on compte deux minutes pour monter une benne ou 80 kil., c'est-à-dire une heure pour 2.400 kil.

Le travail effectif de ces 4 hommes ne dépasse pas 6 heures sur 8 dont se compose leur journée; en comptant 5 heures pour être dans une moyenne vraie, ils extrairaient dans leur journée 12.000 k. de la profondeur verticale de 30 mètres ou 360.000 kil. de la profondeur d'un mètre, ce qui fait 90.000 kilog. par homme, élevés à 1 mètre.

Les résultats ci-dessus sont encore rarement obtenus dans la pratique, quoique réels, à cause de la difficulté d'avoir des hommes exercés à ce travail et assez vigoureux; c'est donc au plus 10 hect. de houille par homme élevés de 100 mètres de profondeur, ce qui revient à $0^f,15$ par hect., non compris le chargeage au fond du puits.

Au tour de manivelle, l'effet théorique serait le suivant :

Un homme appliqué à une manivelle n'est compté faire un effort continu et moyen que de 7 kilogr.; il fait 25 tours à la minute et travaille 8 heures; mais son travail effectif n'est que de 4 à 6 heures au plus.

Le poids qu'il est censé élever du puits est de

28 kilog., à la hauteur de 20 mètres, en une minute, avec une vitesse de $0^m,35$ par seconde, soit $9^k,80$ avec une vitesse d'un mètre par seconde; ce qui, pour 5 heures de travail effectif, donne 17.600 kilogr. élevés à un mètre. Cet effet théorique n'a été produit, dans aucun cas que je connaisse, par la pratique, qui est de 10.000 kilogr. au plus par homme, élevés à un mètre de hauteur.

Ce mode est encore suivi pour les fonçages de puits, les épuisements d'eau à de petites profondeurs; mais pour les travaux de recherche qui doivent suivre et étudier les couches sur l'inclinaison en les suivant, il a été en grande partie abandonné, parce qu'il est plus dispendieux, dans ce cas, que le partage à dos d'homme, tel qu'il se fait dans les descenderies.

Recherche des Estivaux. 1833. *Id.* St-Pierre. 1838.

Nous allons donner un aperçu des résultats de chacune de ces espèces de travaux dans les mines de Blanzy.

Quand on fait une recherche par burk sur l'inclinaison d'une couche de 10 mètres de puissance moyenne, inclinée de $0^m,25$ à $0^m,30$ sur 1 mètre, on fonce un premier burk vertical de 10 à 12 mètres de profondeur du toit au mur de la couche; au fond de ce burk, on prend une traverse qu'on conduit jusqu'au toit, où l'on fait un deuxième burk de 10 mètres qui aboutit, ainsi que le premier, au mur de la couche qu'on traverse une deuxième fois par une recoupe; arrivé au toit avec cette recoupe, on fait un troisième burk et une troisième recoupe; ainsi de suite; en sorte que pour aller à 30 mètres de profondeur verticale, il faut au moins 3 burks de 10 mètres,

et 3 recoupes horizontales du mur au toit de 30 à 40 mètres de longueur chacune.

Le roulage dans les traverses s'effectue à la petite brouette, et le montage par les petits puits se fait au treuil et à bras d'homme.

Pour 6 mineurs qui travaillent sans interruption et par poste de 8 heures, deux à la fois, et qui avancent dans le charbon soit au fonçage des burks, soit aux recoupes horizontales d'un mètre moyennement par 24 heures, en faisant 30 hectolitres de déblais, il faut, quand il n'y a qu'un burk, 6 manœuvres au tour (3 par poste de 12 heures); quand il y a 2 burks, 6 manœuvres de plus ou 12 manœuvres, et quand il y a 3 burks, 18 manœuvres en tout pour monter ces déblais au-dessus du premier burk et épuiser les eaux: ce nombre de manœuvres pourrait augmenter, si l'abondance des eaux obligeait à mettre sur chaque burk 3 manœuvres par poste de 8 heures; ce qui arrive souvent, et ce qui occasionnerait 27 manœuvres au lieu de 18.

Les 18 manœuvres payés à $1^f,50$ par poste n'élèveraient, de 30 mètres environ de profondeur, que 78 hectolitres d'eau ou de charbon, ce qui ferait juste $4^k,33$ par homme, et porterait le prix de l'hectolitre à $0^f,35$ environ, élevés à 30 mètres.

Pour les deux premiers burks seulement 12 manœuvres, payés 18 fr., élèveraient au jour, de 20 mètres de profondeur, les 78 hect. d'eau ou de charbon; dans ce cas, chaque homme élève 6 hectolitres 1/2, et le prix de revient de l'hectolitre est de $0.^f,23$, élevé à 20 mètres.

Pendant le creusement du premier burk et l'avancement de la première traverse, les 78 hecto-

litres seront montés à la hauteur de 10 mètres par 6 hommes payés 9 fr., ce qui fait 13 hectol. par homme, et ce qui porte à 0f,115 le prix de l'hect. élevé à 10 mètres.

En récapitulant ces trois prix relatifs aux trois profondeurs de 10, 20 et 30 mètres, on trouve que l'élévation des déblais et de l'eau revient à :

		fr.	
Pour 30 mètres. . .		0,350	Moyenne : 0fr.,231 l'hectolitre.
— 20 *id.* . .		0,230	
— 10 *id.* . .		0,115	
Total. . .		0,695	

Pour un travail de recherche poussé à 30 mètres de profondeur verticale,

Si au lieu de faire 3 burks et 3 recoupes, le roulage et le montage se fût opéré par un seul burk de 30 mètres de profondeur, et une seule recoupe de 100 à 120 mètres de longueur, il aurait fallu 4 manœuvres sur le tour et 2 manœuvres dans la recoupe par poste de 8 heures; en tout, 6 manœuvres par poste, ou 18 manœuvres payés à 1f,50 par 24 heures; ce qui revenait au même prix.

Le même service fait à dos d'homme dans une descenderie inclinée comme la couche, revient à bien meilleur marché.

Au puits de la Tire, concession de Blanzy, où il a été fait, en 1837, une descenderie de 103 mètres de longueur, rachetant une hauteur verticale de 30 mètres environ, et dans tous les travaux de ce genre qui ont eu lieu après, soit encore à la Tire (1839), soit aux Communautés (1837, 1838, 1839), le prix du montage a été payé sur le pied de 15 fr. par toise d'avancement, donnant

de 80 à 90 hectolitres de houille et 25 à 30 hectolitres d'eau, moyennement 112 hectolitres, tant eau que charbon; ce qui faisait $0^f,134$ par hect. Ce prix a duré jusqu'à 60 mètres. 112 hect. de 0^m à 60 mètres ou de 30 mètres moyennement pour deux hommes, cela fait 1680 hect. par homme et par mètre.

De 60 mètres jusqu'à 103 mètres, le prix a été de 20 fr. par toise ou de $0^f,178$ par hectolitre; 112 hectolitres de la moyenne de 0 à 103 mètres ou de $51^m,50$ pour 3 hommes, cela fait $922^{hect},50$ par homme et par mètre.

La moyenne de ces deux prix porte le transport d'un hectolitre de 30 mètres de profondeur sur une rampe de 100 mètres environ de longueur à 0,156.

Le montage des déblais à dos d'homme s'effectue avec des sacs contenant 3/4 d'hectolitre; les mineurs remplissent les sacs et les chargent sur le dos des porteurs qui les transportent au haut de la descenderie.

L'eau est réunie à différents niveaux dans des trous creusés dans le sol de la descenderie et est portée par les même porteurs avec des seaux de 1/10 d'hectolitre de capacité.

Deux hommes suffisent pour porter les déblais et l'eau de trois postes de mineurs jusqu'à 60 mètres; de 60 à 100 mètres il faut un homme de plus, c'est-à-dire un homme par poste; il gagnent environ 5 fr. par jour.

Il peut paraître étrange qu'à Blanzy où le prix le plus élevé des journées est de 2 fr., il ait été payé 5 fr. au porteur de sacs; cependant il faut considérer que ces hommes font ici un service très-pénible, et qu'il a fallu payer fort cher un travail

auquel personne n'était accoutumé et pour lequel il fallait des hommes choisis.

A St-Étienne où ce mode de transport est souvent employé, surtout dans les mines de la Ricomarie, de Roche-la-Motière et de Firminy, il se fait habituellement sur les bases ci-après :

Un porteur porte 60 sacs de 0,75 d'hectolitre dans sa journée, de 100 mètres de distance, et sur une rampe variant de 0,25, à 0,35 par mètre, et gagne 2 fr. 50 c., ce qui fait 0,055 par hectolitre et par 100 mètres de distance.

Pour un poste d'extraction de 300 bennes d'un hectolitre 1/2 chacun ou de 450 hectolitres, on met 10 porteurs faisant chacun 60 voyages de sacs à une distance moyenne de 100 mètres; ces 10 porteurs sont chargés par trois chargeurs payés à raison de 3 fr. par jour.

Le transport dans ce cas coûte 34 fr. pour 450 hectolitres transportés à 100 mètres ou 0^{m},09 7/10 par hectolitre (y compris le chargeage des porteurs).

Malgré le prix élevé de cette journée, le montage ainsi fait à dos d'homme revient à bien meilleur marché que celui fait par burk avec galeries de recoupe, et il a sur ce dernier l'avantage de permettre de suivre la couche dans toutes ses ondulations, sans s'éloigner du toit ou du mur et de connaître ses accidents, sa richesse et sa pureté dans toute la longueur du travail ; il dispense aussi souvent de grands travaux au rocher et de frais de machine, ou d'engencement considérable.

Toutefois les résultats que nous venons de donner sur le travail d'épuisement ou d'extraction de petits puits, au moyen de treuils simples à manivelle desservie par des hommes peuvent beaucoup varier

suivant les circonstances et devenir très-avantageux, quand les hommes appliqués aux manivelles peuvent travailler constamment et n'ont aucun roulage à faire à la brouette, comme dans le cas d'un épuisement continu ou d'une extraction régulière.

Dans ce cas voici ce qui a été obtenu à Blanzy :

Il a été en 1839 placé un tour sur le burk des femmes à la Maugrand, mines du Montceau, afin d'épuiser les eaux des travaux faits au fond de ce burk. L'épuisement se faisait de 12 mètres de profondeur avec des bennes contenant 3/4 d'hectolitre, il y avait 4 hommes à la manivelle.

Le tour avait $0^m,20$ de diamètre, la manivelle 1 mètre de diamètre ($0^m,50$ de rayon); les hommes faisaient un demi-tour de manivelle par seconde, et *amenaient une* benne du fond du puits en haut en *40 secondes*; pour la recevoir et la vider, y *compris quelques* fausses manœuvres et du temps perdu, ils mettaient en tout 1 minute 1/4 par benne, soit 48 bennes à l'heure ou 36 hectolitres d'eau.

En travaillant 6 heures seulement, ils extrayaient 216 hectolitres d'eau, ils étaient payés à $0^f,05$ l'hectolitre et gagnaient 2 f. 70 c. par journée de 6 heures chacune.

216 hectolitres extraits de 12 mètres par 4 hommes, font 648 hectolitres par homme ou par mètre.

Sur le burk de communication de la carrière à St-Pierre, mines du Montceau, qui avait 25 mètres de profondeur et sur lequel était placé un treuil simple ou tour à bras de $0^m,25$ de diamètre mis en mouvement par une manivelle de $0^m,50$ de rayon; il a été fait également un épuisement qui a donné les résultats suivants :

Les hommes étaient 4 sur le tour; ils faisaient 26 tours à la minute en montant des bennes de 0^m,75 d'hectolitre; ils extrayaient 35 bennes par heure, soit 26 hectolitres 1/4, ce qui faisait 39 hectolitres par homme de la profondeur de 25 mètres ou 975 hectolitres à la hauteur de 1 mètre à peu près l'effet théorique établi (page 80), ou 157 hectolitres par journée de 6 heures; ils étaient payés à 0^f,06 l'hectolitre, et gagnaient 2 fr. 46 c. par journée.

VII.— *Roulage extérieur.*

Quand une benne chargé de houille et accrochée au bout du câble est montée au jour par la machine à vapeur, elle est reçue sur un chariot plat roulant sur le puits de manière à en couvrir l'orifice en grande partie, et de là versée sur une place de chargement, d'où le charbon est mis dans des wagons et conduit au port. Voyez *Pl. II*, *fig.* 4 et 5.

Quelquefois au lieu de recevoir la benne sur un chariot plat pouvant prendre plusieurs directions en roulant sur des chemins de fer, et de la vider en la basculant dans le bassin à charbon ou place de chargement, dont le sol est ordinairement de 2 ou 3 mètres plus bas que le niveau de l'orifice du puits, on fait ouvrir la benne par le fond, et on la verse sans la décrocher du câble dans un chariot tombereau qu'on avance sur le puits au moment où la benne est élevée au-dessus de l'orifice de ce puits. Voyez *Pl. II*, *fig.* 1, 2 et 3.

Dans les deux cas, le service coûte le même prix, deux hommes payés 2 fr. chacun peuvent recevoir 150 bennes de 6 hectolitres combles dans leur jour-

nées de 8 à 10 heures, ce qui fait 0,044 par hect. ou par 100 kil.

Ces deux dispositions sont indiquées par les *fig.* 1, 2, 3, 4, 5, *Pl. II*; la première est plus spécialement employée sur les puits de grande dimension dans lesquels se meuvent les deux bennes à la fois, l'une montant et l'autre descendant, et la deuxième ne convient que pour les puits de petite dimension ou les puits à compartiments dans lesquels ne circule qu'une seule benne, parce que le chariot qui doit recevoir le contenu de la benne, est obligé de couvrir entièrement le puits, afin de ne rien laisser tomber dans le fond du puits, ce qui ne peut avoir lieu aussi facilement quand il y a deux câbles que quand il n'y en a qu'un.

VIII. — *Transport de la mine au port.*

Ce transport qui se fait sur des chemins de fer, *se compose* de trois opérations distinctes, qui sont :

1° Le chargement de la houille dans les waggons;

2° Le transport proprement dit;

3° Le versement des waggons dans les dépôts du port.

Il coûte 0f,03 par hectolitre ou 0,30 par waggon contenant 10 hectolitres pour une distance moyenne parcourue de 1000 mètres.

Cette dépense se répartit ainsi qu'il suit :

	fr.	
Chargement sur la mine.	0,070	par waggon.
Transport.	0,075	*id.*
Déchargement au port.	0,083	*id.*
Entretien du matériel des waggons et des chemins.	0,035	
Bénéfice de l'entrepreneur.	0,037	
Total.	0,300	

Au Montceau (pente de 0,014 par mètre) pour un service de 120 waggons, ou 1200 hectolitres par jour amenés de 900 mètres sur une pente de 0,014, les waggons descendant de leur propre poids, il faut :

4 chargeurs, à 2 fr.	8 fr.
2 charretiers et 2 chevaux, à 4fr.,50 le collier.	9
5 déchargeurs, à 2 fr.	10
2 cantonniers, à 1fr.,50.	3
Total. . . .	30

Ce qui fait 0,025 par hectolitre.

A Lucie sur une pente de 0,025 à 0,030 sur une longueur de 800 mètres environ, les waggons descendant avec une grande vitesse qu'ils perdent tout à fait à une contre-pente qui termine leur course, il faut pour 125 waggons ou 1250 hectolitres :

5 chargeurs, gagnant	2 fr.	10 fr.
4 déchargeurs,	2 fr.	8
1 cantonnier,	1fr.,50.	1,50
2 chevaux et leurs charretiers,	5 fr.	10
	Total.	29,50

Ce qui fait 0,023 par hectolitre.

A Blanzy, sur une pente de 0,011 par mètre et pour une longueur de 1200 à 1400 mètres les waggons descendant toujours de leur propre poids, il faut pour 600 hectolitres ou 60 waggons par jour :

	fr.
3 chargeurs à 1fr,50. . . .	4,50
2 déchargeurs à 2 fr. . . .	4
1 cheval et 1 charretier à 5 fr.	5
Total. . .	13,50

Ou 0,0225 par hectolitre.

A ces frais de main-d'œuvre, il faut ajouter un charron presque constamment occupé des réparations des waggons.

Quand l'extraction a beaucoup d'activité, il se transporte par jour :

Au Montceau.	300 waggons.
A Lucie.	125 *id.*
A Blanzy.	120 *id.*
Total. . . .	545 waggons par jour.

100 waggons tombereaux suffisent à ce service. Ces waggons coûtent 250 francs pièce et pèsent 500 kil. environ.

Les chemins de fer sur lesquels ils circulent sont faits avec un rail en fer de 10 kil. le mètre courant maintenu par des chairs en fonte de 5 kil. liés à des *traverses en* chêne au moyen de chevilles. Ces chemins coûtent environ, y compris l'indemnité de terrain, 14 francs le mètre courant de voie.

Le chargement des waggons n'offre rien de particulier, les hommes sont placés sur une estrade élevée à la hauteur des waggons et chargent ces waggons à la pelle; le charbon est déposé sur un sol couvert de planches pour faciliter le pelletage.

Le déchargement des waggons se fait d'une manière très-simple et très-économique et assez expéditive au moyen de chariots porteurs, sur lesquels chacun d'eux est placé pour être transporté au lieu même du déchargement: voici comment sont disposés les chariots porteurs et comment on fait la manœuvre (*Pl. III, fig.* 6 et 7).

Les waggons chargés *a*, *b*, *c*, arrivant au port par le chemin de fer AB, peuvent être poussés sur un

chariot porteur W portant sur son tablier un bout de chemin de fer se raccordant à la suite de AB et se mouvant lui-même sur un chemin de fer inférieur EE perpendiculaire à AB et longeant le port dans lequel doit être déposée la houille. En supposant le premier waggon *a* placé sur le chariot W, il peut être emporté sur toute la ligne EE que parcourt le wagon W, et si sur un point quelconque F de cette longueur EE on bâtit un mur FH avec du gros charbon, et si sur ce mur monté à la hauteur du chariot porteur on établit un rail de chemin de fer, le waggon *a* pourra être roulé sur ce rail et déchargé de F en G en remplissant l'espace ABH*hi*. La ligne FG s'étend sur toute la profondeur du dépôt.

A côté de cette ligne FG, on en établit une autre parallèle IK, qui a, comme la première, toute la profondeur du port, puis une troisième, une quatrième, jusqu'à ce que l'espace soit plein. Quand il y a beaucoup d'activité dans le travail, au lieu d'un seul chariot porteur, on en fait fonctionner deux, un à droite et l'autre à gauche de la ligne AB, et quelquefois trois et même quatre.

La ligne AB est censée ici la voie des waggons pleins, sur laquelle on prend les waggons *a*, *b*, *c* successivement pour les aller décharger l'un après l'autre dans le port. La ligne DC est la voie des chariots vides dans laquelle est poussé chaque waggon déchargé, ramené en ce point au moyen du chariot porteur.

Ce mode de déchargement permet d'entasser le charbon sur une hauteur variable et dépendante de celle à laquelle sont élevés les waggons pleins, sur la chaussée AB, mais toujours

d'une manière très-uniforme et très-régulière, et tout à fait convenable.

Les chevaux sont employés à remonter au puits les waggons vides, quand le nombre de ceux qui ont été déchargés est suffisant pour former un convoi.

Pour remonter 5 waggons vides pesant 500 kilogr., à Lucie, où la pente est de $0^m,25$, il faut 2 chevaux.

Au Montceau, où la pente est de $0^m,014$, un seul cheval remonte 5 et même 6 waggons.

A Blanzy, avec la pente de $0^m,012$, un seul cheval peut remonter jusqu'à 8 waggons.

L'entrepreneur des transports extérieurs est chargé, outre la main-d'œuvre nécessaire pour opérer le chargement, le transport et le déchargement des waggons, de l'entretien des chemins de fer et de la réparation des waggons (Voir, pour les détails de construction; la *Pl. III*, *fig.* 1, 2, 3, 4 et 5). Les rails, les chairs et les traverses de chemin de fer sont seuls à la charge de la compagnie.

Roulage des ports.

Les entrepôts dans lesquels sont déposés les charbons, sur le bord du canal du Centre, sont généralement établis au bas et tout le long de la levée du canal; leur sol est inférieur au niveau de celui de la levée de 2 à 3 mètres; il faut donc, quand on vient charger les bateaux, remonter le charbon sur une rampe assez rapide pour l'amener sur la levée du canal, et de là, le verser dans les bateaux; cette rampe varie de 1/10 à 1/12, et est régularisée au moyen de plateaux appelés emban-

ches, soutenus par des chevalets de hauteur variable; on la gravit avec des brouettes contenant un hectolitre, qu'un homme peut facilement rouler et verser.

Un roulage se compose de 12 hommes, 6 rouleurs et 6 chargeurs, chargeant et roulant alternativement; les 6 chargeurs sont tenus de charger chacun leur brouette pendant que les rouleurs font un voyage du port au bateau; ceux-ci ont un ordre dans leur marche qu'ils observent toujours; les trois premiers, après avoir gravi la rampe, vont décharger leur brouette dans le bateau, en passant sur un des embanches; les trois autres vont décharger leur brouette dans le bateau, en marchant sur l'embanche transversal; ces embanches, qu'on peut faire mouvoir sur toute la longueur du bateau, servent à égaliser la charge dans le bateau d'une manière convenable.

Habituellement, un homme, placé dans le bateau même, est chargé du soin de changer les embanches de place, en même temps qu'il régale le chargement et jette l'eau; cet homme est un des halleurs; si le bateau boit beaucoup, on met deux hommes.

Quand la distance à parcourir par les rouleurs dépasse 50 mètres, surtout lorsque la rampe est roide, chacun d'eux a un gamin qui, au moyen d'une corde attachée à la brouette, lui aide, en tirant devant, à monter la rampe; mais ordinairement les 12 hommes chargeant et roulant alternativement suffisent pour le service, et chargent, dans leur journée de 12 heures en été, deux bateaux de 1.000 hect. chacun, soit 1.000 hect., et en hiver, un bateau et demi, soit 1.500 hect. en 9 heures de travail effectif.

Le prix payé au rouleur est de $0^{f},02$ par hect., soit 20 fr. par bateau, ils gagnent moyennement 3 fr. par jour ; les gamins qui aident au roulage sont à leur charge.

(Voir le tableau ci-contre.)

QUELQUES OBSERVATIONS

Sur la province de Murcie (Espagne) *et sur les minerais argentifères qu'on y exploite.*

Par M. SAUVAGE, Ingénieur des mines.

La province de Murcie porte, dans sa constitution géologique, la trace des révolutions les plus récentes. Les deux derniers étages tertiaires, en stratification discordante, y sont bien caractérisés, le dernier reposant horizontalement en plusieurs endroits sur les strates inclinées du deuxième; la direction de la côte de la Méditerranée depuis le cap de Gate jusqu'à Valence, et celles des principales chaînes qui traversent la province correspondent au soulèvement des Alpes occidentales. On voit aussi de nombreux indices de l'apparition des ophites; et les gypses qui datent de l'époque du soulèvement de ces roches y sont fort abondants, ainsi que les sources salées et les eaux thermales qui sourdent dans le voisinage des roches éruptives. Plusieurs chaînons sont alignés suivant la direction E. 16° N. (celle de la chaîne principale des Alpes), et doivent leur situation au soulèvement le plus récent, à l'action plutonique qui a suivi le dépôt des terrains tertiaires du troisième étage. Quelques lambeaux de ces derniers se trouvent dans une position inclinée, ou gisent sur les roches anciennes à des niveaux supérieurs à ceux où ils ont pris naissance. Constitution générale de la province. T. tertiaire. Ophites.

Cette contrée a été aussi le théâtre de plusieurs T. volcaniques.

éruptions volcaniques : des groupes considérables de volcans éteints se rencontrent dans les environs de Carthagène et d'Almazarron. Des tremblements de terre ont suivi cette période et l'immersion, près du cap de Palos, d'une partie de la côte qui forme aujourd'hui ce qu'on appelle la *Mar menor*, est d'une date récente, puisqu'on a retrouvé dans les archives des communes voisines les titres de propriétés situées sur diverses parties de cet ancien territoire. Les petites îles qui bordent à l'est la *Mar menor* sont volcaniques, et l'une d'elles, d'après les renseignements que nous a donnés à Murcie M. le marquis de Villar, contient du basalte en colonnes.

Roches primitives.

Les roches les plus anciennes de la province de Murcie sont des gneiss et des micaschistes qui forment le noyau central de la chaîne d'Aguaderas, entre Aguilas et Lorca ; puis des schistes talqueux et micacés, et des calcaires noirs qui constituent les montagnes de la côte méridionale aux environs de Carthagène. Ces roches, qu'à raison de l'absence de restes organiques fossiles et de leur caractère minéralogique, on range parmi les terrains de transition, peuvent être considérées, sous le rapport de la constitution géologique, comme le squelette de la province. De nombreux îlots de ce terrain, au nord du bourrelet qui forme la côte de la Méditerranée, ont percé la croûte des terrains tertiaires aux environs de Murcie, d'Alhama, etc. Ils forment même quelques chaînons assez étendus et qui présentent nettement l'apparence de lignes anticlinables, la Sierra de Carrascoy, entre Murcie et Carthagène, en offre un exemple, des schistes et des calcaires en désordre sont au centre de la chaîne,

T. de transition?

tandis qu'au nord et au sud les couches tertiaires du deuxième étage s'appliquent contre eux avec des plongements différents.

Les terrains secondaires ont leur représentant dans cette belle province. C'est en général un calcaire gris clair, qui forme aussi des montagnes élevées, et dont la direction générale est tantôt N. 26° E., tantôt E. 15° à 20° N., la première direction étant la plus commune. Le froncement qui a redressé ces calcaires s'est donc exercé parallèlement à la côte méridionale, parallèlement à la direction des roches de transition. Ces calcaires renferment, auprès de Mula, des fossiles que nous avons vus dans la collection du marquis de Villar, et qui nous ont paru appartenir à des espèces du lias et de l'Oxford-clay. Quelques-uns contiennent des *nummulites*. Les calcaires secondaires prennent de l'*extension* vers l'ouest; ils passent au nord de *la ville* de Lorca, à Velez-Rubio; puis ils constituent plusieurs parties du pays si pittoresque et si sauvage entre Baza et Grenade. Dans cette région, ils sont souvent dolomitiques, et certaines couches donnent des marbres de belle apparence. En sortant de la plaine de Grenade, sur le chemin de Jaen, on rencontre cette chaîne calcaire, après avoir traversé les terrains tertiaires gypseux et les conglomérats. T. secondaire.

La Murcie, connue par l'abondance et la richesse de ses productions végétales, n'est pas moins remarquable par la variété et l'importance des substances minérales qu'elle renferme. De nombreux filons métalliques traversent en tous sens, non-seulement les roches de transition, mais encore le trachyte, ce qui témoigne de leur récente origine; des masses puissantes de gypses, Richesse minérale de la Murcie.

contemporains des ophites qui les accompagnent en beaucoup de points, ont percé les roches de transition et les terrains tertiaires à Carthagène, dans les environs d'Almazarron, auprès de Murcie, à Orihuela, etc.; le gypse, en couches et en nodules, est très-abondant dans le deuxième étage tertiaire, dont il forme un des principaux éléments à Lorca, à Totana, à Lumbreras, à Velez, à Cullar de Baza, etc.; les sources salées et les eaux thermales dont la température est souvent très-élevée méritent d'être signalées à Alhama, à Mula, à Fortuna, à Busot, etc.; des dépôts de soufre tertiaire sont répandus çà et là dans la formation lacustre à Ricote, à Salero, et des gîtes considérables de ce minéral sont exploités dans les mines de Hellin, où une fabrique importante est établie, non loin du Rio Segura, qui descend à Murcie; de belles pierres de construction, d'un gris rosé, sont extraites des grès tertiaires, la capitale de la province est bâtie avec ces matériaux; le nitre se forme en grande abondance dans les plaines, il alimente des fabriques importantes de salpêtre (1), dont une partie est consommée dans la poudrerie de Murcie; enfin, l'alunite, produit des terrains volcaniques de Carthagène et d'Almazarron, a été anciennement, et est encore aujourd'hui dans cette dernière bourgade, l'objet de grandes exploitations. Les exploitations d'alun, à Almazarron, sont d'une date très-reculée, et cette ville, d'aujourd'hui 5,000 âmes au plus, avait probablement de l'importance sous la domination

(1) La compagnie qui fabrique le salpêtre doit le vendre au gouvernement 128 réaux l'arrobe, soit environ 256 fr. le quintal métrique.

romaine. On y a découvert, en creusant une rue, un grand nombre de piédestaux de colonnes en marbre. C'était sans doute, ainsi que le nom l'indique(1), un port d'embarquement, d'où partait pour Rome l'argent extrait des mines de la contrée, dans lesquelles on a retrouvé des outils de mineurs d'origine romaine.

Exploitation de l'alun, Almazarron

Avant le seizième siècle, Almazarron presquè seul fournissait l'alun à toute l'Europe. Après la conquête de cette partie de l'Espagne sur les Maures, au treizième siècle, les rois d'Espagne donnèrent à la famille de Villena, à titre de récompense nationale, le privilége exclusif d'exploiter les mines de la Murcie. C'est de cette époque que datent les immenses excavations que l'on voit à Almazarron et dans les environs; il y avait alors une grande prospérité dans le pays. Au seizième siècle, le privilége fut retiré, l'exploitation des mines fut interdite, non-seulement en Murcie, mais dans toute la Péninsule. Dès lors, Almazarron fut ruiné; la décadence fut prompte, et en 1810 et en 1811, la fièvre jaune compléta la destruction. En 1820, Almazarron n'était plus qu'un monceau de ruines. C'est alors qu'un ami de l'humanité, José Augusto Ipoveda, persuada au gouvernement constitutionnel de reprendre l'ancienne mine d'alun, et depuis lors, Almazarron renaît (2).

Aspect génér.

L'aspect général de la Murcie est bien en rapport avec la constitution géologique de la contrée. Le terrain de transition qui compose les montagnes

(1) *Al maza Rron*, le port des Romains.

(2) Silvertrop. *A geological sketch of the province of Granada and Murcia* (*Spain*). London, 1836.

de la côte et les chaînons de l'intérieur, en est le trait le plus saillant. Les terrains tertiaires forment, ou des plateaux élevés, ou des plaines basses, au milieu desquelles sont creusés de grands ravins larges et souvent profonds, lits de torrents à sec. Les ophites constituent de petites éminences alignées à peu près de l'est à l'ouest, et enfin le terrain volcanique présente les cônes et les cratères de soulèvement d'aspect caractéristique.

Quand elles sont arrosées, les plaines tertiaires sont couvertes d'une riche végétation; dans le cas contraire, ces terrains sableux et gypseux sont d'une affreuse aridité. Les calcaires et les schistes de transition, sur toute la côte, sont entièrement dépourvus de végétation, et c'est ce qui donne aux environs de Carthagène l'aspect de désolation qu'ils présentent. Il semble qu'un immense incendie ait ravagé cette contrée, ait calciné la surface du sol, ait tari les moindres filets d'eau. Et cependant les tentatives de plantations réussissent parfaitement; mais le paysan espagnol a horreur des arbres, et plutôt que d'en planter, il détruit ceux qu'il rencontre. On a peine à croire que ce pays n'ait pas été anciennement boisé. Quoi qu'il en soit, les montagnes calcaires de Carthagène sont d'un aspect aussi triste que la ville elle-même, avec ses ruines anciennes et modernes (1), avec son port, le plus beau et le plus sûr de la Médi-

(1) On ne compte plus guère à Carthagène qu'une population de 10.000 âmes; c'était autrefois une ville de 80.000 habitants. La fièvre jaune en a enlevé 30.000 en 1810. Il y avait un magnifique arsenal, aujourd'hui abandonné et tombant en ruines, et un chantier pour la construction des vaisseaux. L'hôpital pouvait contenir 8.000 malades. On voit encore à Carthagène les restes du châ-

terranée, mais dont les maçonneries tombent à la mer, où l'on ne voit plus que des barques de pêcheurs et les bateaux à vapeur de passage qui s'y arrêtent chaque semaine pendant quelques heures.

Filons et amas métallifères.

Comme nous l'avons fait remarquer en énumérant les substances minérales utiles qu'on exploite en Murcie, de nombreux filons et amas métallifères existent dans cette province. Les roches de transition, les schistes talqueux, et le calcaire noir en sont pénétrés, ainsi que le terrain trachytique d'Almazarron. L'origine de ces derniers filons est toute récente et postérieure au terrain volcanique. Mais il s'en faut de beaucoup que les gîtes métalliques soient également riches dans toutes les parties des montagnes où ils affleurent. Dans certaines régions, les *filets* et les petits amas de galène sont extrêmement multipliés; il semble que la matière métallique en vapeur ait imprégné toutes les roches, se soit insinuée dans les moindres fissures; mais là aussi, ces gîtes ne présentent aucune importance, leur allure n'offre aucune régularité, et la richesse en est médiocre. On ne connaît réellement dans ces montagnes que les filons d'Almagrera, au sud-ouest d'Aguilas et de Véra, qui aient une importance incontestable. C'est à la découverte des mines d'*Almagrera* qu'il faut attribuer la fureur des recherches minérales qui s'est emparée des habitants de la province. On a vu

---

teau carthaginois et d'un fort des Romains; ceux de la cathédrale, avec les deux colonnes prétoriennes, un tombeau phénicien dans l'un des murs de l'hôpital.

Une verrerie et une cristallerie assez importantes sont établies dans un faubourg de la ville, à *Santa Lucia*. C'est une petite colonie française.

un malheureux paysan vendre un million de réaux (250,000 fr.) sa part, à lui treizième, dans la mine *del Carmen*; alors chacun a voulu fouiller le sol pour extraire de l'or et de l'argent. A l'époque de notre séjour à Carthagène, en mars 1841, toute la ville était divisée en *Juntes* de mines; et des puits de recherches, en quantité innombrable, étaient ouverts dans les montagnes voisines. Il suffisait des moindres taches noires à la surface d'un schiste pour décider l'exploration, et une montagne entière, à l'ouest de Carthagène, qui ne renferme aucun indice de matière métallique, était criblée d'excavations.

Quatre groupes de gîtes métallifères.

Les mines et les travaux d'explorations peuvent être divisés en quatre groupes : les mines d'*Almagrera*, de beaucoup les plus importantes, les seules qui donnent des produits riches en métaux précieux; les recherches d'*Aguilas*, stériles; les recherches de galène d'*Almazarron*, et enfin les explorations des environs de *Carthagène*.

Mines de la Sierra Almagrera.

Les roches de la *Sierra d'Almagrera* sont des schistes talqueux, des schistes luisants noirs et bleus, des schistes micacés, lesquels sont plissés et bouleversés, de façon que le sens de l'inclinaison varie d'un point à l'autre. De nombreux filons traversent cette série de roches. Le plus remarquable, le seul qu'on ait exploré jusqu'à présent sur une notable étendue, est celui où sont ouvertes les mines *del Carmen*, de la *Esperanza*, de la *Observation*. Il plonge au nord; il a une puissance considérable qui va jusqu'à 8 varas (près de 8 mètres), y compris les salbandes formées par des masses épaisses de fer oxydé qui enveloppent la matière plombeuse. Les puits qui atteignent ce filon ont de 30 à 40 mètres de profondeur. La mine

del Carmen occupe 150 ouvriers; celle de la *Observation*, 130; celle de la *Esperanza*, 40. Le prix de main-d'œuvre est de 5 réaux par journée de travail. De grandes quantités de minerais métalliques ont déjà été extraits de ces mines; mais en mars 1841, on n'en avait encore tiré, pour ainsi dire, aucun parti. Une portion avait été envoyée aux fonderies qui venaient de s'établir à Aguilas; mais on n'avait pas encore réussi à faire convenablement la coupellation, l'opération de la fonte directe ne produisant qu'un métal ferreux qui refusait, comme il était facile de le prévoir, de passer à la coupelle. Une autre partie avait été vendue à une riche négociant de Malaga, propriétaire d'usines à plomb dans la contrée; enfin, une troisième avait été expédiée par contre-bande à Marseille. Mais la plus grande partie restait sans emploi sur le carreau de la mine.

Un grand nombre de recherches sont dirigées dans la *Sierra d'Almagrera*, et l'on prétend que plus de mille puits sont ouverts dans une assez faible étendue de terrain. Quelques-uns ont rencontré des filons métalliques, mais l'exploration n'est point assez avancée pour qu'on puisse en apprécier l'importance. Il est probable, toutefois, que ces recherches conduiront à la découverte de gîtes de quelque valeur, comme on peut en juger par l'apparence de certains filons mis à découvert, notamment de celui de la *Regla*.

Les minerais d'Almagrera sont, comme nous le disions tout à l'heure, très-argentifères. Le quintal espagnol (46 kilogrammes environ) de mine brute a d'abord été vendu 30 francs. On le livrait, en mars 1841, pour 20 francs à qui voulait l'acheter.

Les espèces minérales des filons d'Almagrera

sont très-nombreuses et complexes; la masse principale est la galène; mais on y trouve aussi, et en certaine abondance, de la pyrite de fer, de la pyrite de cuivre, du cuivre gris, du plomb sulfaté, du plomb carbonaté, du plomb arséniaté et phosphaté, du sulfure d'antimoine et de plomb, de l'antimoine sulfuré, du fer oxydé, de la blende, du chlorure d'argent, du sulfure d'argent, de l'argent rouge, etc.

Voici le résultat de nos essais du minerai d'Almagrera.

Essais des minerais d'Almagrera.

1° Des échantillons de galène chargée de matière ferrugineuse, pris au hasard sur les tas, ont été réduits en poudre et mélangés sans triage préalable, en trois lots. Les essais ont accusé sur 1 de mine brute 0,0042, 0,0045, 0,0037 d'argent. On a séparé, dans une autre partie, la galène de la matière ferrugineuse, et cette galène a donné à l'essai 0,0045 et 0,0047 d'argent. La partie ferreuse est donc aussi riche que la galène. Cette partie ferreuse n'est point de l'oxyde de fer pur, elle contient du plomb à l'état de phosphate, de sulfate et d'arséniate.

2° Des galènes à grains fins, compactes, nous ont donné 0,0045 et 0,006 d'argent sans traces d'or.

3° Une galène très-antimoniale, ou plutôt un sulfure double d'antimoine et de plomb contient 0,0125 d'argent pur. C'est une proportion énorme.

4° Une matière plombeuse, rougeâtre, amorphe, composée probablement de plomb phosphaté et sulfaté, et contenant des cristaux de chlorure d'argent, a donné à l'essai 0,003 d'argent pur.

Des matières plombeuses analogues à la précédente, provenant du filon de la *Regla*, avec cristaux d'argent rouge, contiennent 0,0033 d'argent. — Un mélange de plomb phosphaté, carbonaté et d'oxyde de plomb coloré par du sulfure d'argent, d'aspect rubané, a été essayé et renferme 0,003 d'argent.

On a examiné aussi plusieurs autres substances moins abondantes que les précédentes et que l'on rejette. Dans l'une d'elles, masse noirâtre, ferrugineuse, réniforme, on a trouvé 0,0015 d'argent; — Dans un quartz rougeâtre 0,0003; — Une troisième qui paraît être de la plombagine, de la mine de *los Reyes* a encore donné une trace d'argent.

On peut donc conclure de ce qui précède que les substances métalliques d'*Almagrera* sont fort riches en argent et qu'il n'est, pour ainsi dire, dans ces filons, aucune matière, même celles qu'on rejette, qui ne soient argentifères; et certes on ne sera pas au-dessous de la vérité en évaluant la richesse de la masse métallique brute à la forte proportion 0,004 d'argent pur. Chaque quintal espagnol de minerai sortant de la mine, renferme donc environ pour 40 francs d'argent. Le minerai brut pèse de 3000 à 4000 kilogrammes le mètre cube, soit 3500 kilogrammes et renferme en conséquence 14 kilogrammes d'argent. Le kilogramme d'argent valant 218 francs, la valeur représentée par un mètre cube de minerai brut est de 3052 francs. En achetant 20 francs le quintal espagnol, prix coté en mars 1841, le mètre cube serait payé 1540 francs. Quelque considérables que l'on suppose les frais d'extraction, de transport, de fusion,

le traitement de ces minerais procurera d'énormes bénéfices.

Ces minerais peuvent être traités directement, sans préparation mécanique, et après un simple triage à la main. Comme il n'y a point de combustible sur la côte, on prendra, soit la houille et le coke de la Loire, soit la houille anglaise, soit enfin, et ce serait le meilleur parti, la houille des Asturies. Le coke de la Loire peut coûter à Carthagène 80 francs la tonne et la houille 50 francs. A Aguilas le charbon anglais revient à 40 francs la tonne. Si l'on consommait la houille asturienne, les caboteurs qui l'apporteraient sur la côte méridionale pourraient prendre en retour du minerai d'Almagrera que l'on traiterait alors dans les environs de Gijon. Cet échange serait d'autant plus facile que la houille entrerait à peu près poids pour poids dans le traitement pour argent des minerais. On aurait l'avantage de trouver, dans les cours d'eau des Asturies, des forces motrices naturelles dont on est entièrement privé sur la côte d'Aguilas, d'Almazarron et de Carthagène.

Au commencement de 1841 deux fonderies venaient d'être établies à Aguilas, sur la plage. Chaque fonderie consiste en un fourneau à manche de forme ordinaire et en un fourneau de coupelle fort mal établi. A l'époque de notre voyage, on n'avait encore obtenu qu'un plomb ferreux qu'on ne parvenait pas à coupeller.

Recherches d'Aguilas.

A Aguilas même, on fait plusieurs recherches de mines; toutes ont lieu dans des masses ferrugineuses qui forment des amas dans le terrain de transition, et l'on n'y a point rencontré les minerais de plomb. Quelques personnes ont prétendu que ces oxydes ferreux renferment de l'or et de

l'argent ; c'est une erreur ; les essais que nous en avons faits n'ont accusé aucune trace de ces métaux précieux.

Le terrain trachytique d'Almazarron est traversé par un grand nombre de filons de galène à larges facettes. Ces filons ont été du temps des Romains, et postérieurement, l'objet de grandes exploitations. On retrouve d'immenses galeries, et plusieurs gîtes paraissent avoir été entièrement épuisés. L'étude de ce terrain volcanique offre beaucoup d'intérêt, à raison de la netteté avec laquelle les diverses parties se présentent. Plusieurs filons se trouvent, dans le trachyte, sous la roche alunifère que nous avons signalée. D'autres sont dans un porphyre bleu à petits cristaux de quartz fort dur (que les mineurs appellent *terreno azul*) qui appartient probablement au commencement de la période volcanique et qui d'ailleurs est une variété de trachyte porphyroïde. On a trouvé à l'ouest d'Almazarron des blocs épars de basalte avec olivine qui empâtent des fragments de ce porphyre. Ce fait assigne à cette roche une origine antérieure à l'éruption du basalte. — Le trachyte métallifère porphyroïde est recouvert par le domite dans lequel on exploite la pierre d'alun. Ce domite est traversé par des masses ferrugineuses qui affectent tantôt la forme d'amas, tantôt celle de filons. Filons d'Almazarron. T. trachytique.

La galène est le seul minéral que l'on rencontre dans les mines d'Almazarron. Les filons sont en général bien réglés et assez puissants. Les principales mines sont : Mines d'Almazarron.

1° La mine de la *Esperanza*. De grands travaux y ont été exécutés ; on a trouvé quatre filons, ou plutôt quatre branches d'un même filon, dont la plus puissante a $0^m,50$ d'épaisseur.

2° La mine de la *Razon*. Une grande galerie percée à travers la roche porphyroïde bleue, conduit au filon de galène dont l'épaisseur n'est pas encore connue.

3° La mine de *San-Juan*, au-dessus de la *Esperanza*. Le filon a été rencontré après le percement d'une galerie de 30 à 40 mètres. Il est bien réglé, se dirige du nord au sud. La puissance en est de 1m,50; le filon se divise et l'une des branches a 0m,50 d'épaisseur.

4° La mine de la *Luz*, non encore suffisamment explorée.

5° La mine de *San-Emilio*, dans laquelle on a reconnu d'anciens travaux sur une étendue considérable.

6° La mine de la *Fortuna*. Recherche nouvelle qui a conduit à un beau filon de galène à larges facettes.

7° La mine d'*el Paseo*, dans le mont *Perul*. Il y a d'immenses galeries d'une origine très-reculée, dont on n'a pas encore extrait les eaux. Il existe dans cet endroit plusieurs filons parallèles qui se dirigent du Nord au Midi, en plongeant vers l'Est. Nous en avons reconnu un, entre autres, bien régulier et puissant.

8° La mine de la *Concession* qui présente un filon de plomb sulfuré, mais chargé de sulfate de baryte et de pyrite de fer.

Les essais pour argent sur un grand nombre d'échantillons de ces diverses filons n'accusent qu'une faible teneur en métal précieux. La richesse moyenne est de 0.0006 à 0.0010 d'argent sans traces d'or, bien qu'on y ait annoncé la présence de ce dernier métal. Les filons d'*Almazarron* doivent donc être exploités plutôt comme minerai de plomb que comme minerai d'argent.

Nous arrivons au groupe de Carthagène. C'est là principalement qu'on trouve les restes de travaux immenses, et plusieurs amas que l'on explore aujourd'hui sont certes complétement épuisés. La matière métallique consiste en galène à grandes facettes, accompagnée de blende et d'oxyde de fer compacte. Elle se trouve en filons ou en amas dans le calcaire gris de transition. Dans quelques parties de la chaîne, les lamelles de galène sont disséminées dans une roche verte qui paraît former une couche ou un filon-couche associé à des masses puissantes d'oxyde de fer. Recherches aux environs de Carthagène.

Les principales explorations sont :

1° La *Exploradora*, de laquelle on retire une galène qui, dans plusieurs essais, ne nous a donné que 0,0001 d'argent. Le plomb sulfuré compose deux filons dont l'un plonge au nord, l'autre à l'ouest.

2° La *Juno*, mine antique; c'est un filon de sulfate de baryte qui contient de la galène, et qui plonge vers l'est. On y trouve aussi une matière plombeuse compacte, d'un gris clair, qui est probablement un mélange de carbonate et de phosphate de plomb; la galène y est pauvre en argent, les autres minéraux de plomb contiennent 0,001 de ce métal.

3° L'*Espanto*. Dans cette mine, dont les travaux sont peu avancés, on trouve du cuivre gris, du cuivre carbonaté, et des traces de cinabre. Deux filons se croisent; l'un se dirige N. 20° E. — S. 20° O., presque verticalement; l'autre, où sont les indices de cinabre, est incliné de quelques degrés sur le premier. Le cuivre gris ne donne à l'essai qu'un bouton imperceptible d'argent.

4° Les explorations du mont *Don Juan*, qui a

été anciennement l'objet de grandes exploitations dont on retrouve la trace. Les recherches actuelles n'ont pas encore amené la découverte de la galène; on n'a trouvé que des masses d'oxyde de fer, contenant quelques rares lamelles de plomb sulfuré: cet oxyde ne renferme d'ailleurs aucune trace de métaux précieux.

On trouve auprès du *Don Juan*, au lieu dit *las Herrerias*, des scories ferrugineuses sans traces de plomb, qui font supposer qu'on y a fabriqué du fer. A peu de distance de ce lieu, on a creusé des puits qui ont atteint les couches ferrugineuses, lesquelles plongent vers le nord. On trouve dans ces masses ferrugineuses, outre les lamelles de galène, de la chaux carbonatée ferrifère et quelques taches de fer phosphaté blanc et vert.

5° L'exploration du mont *San Spiritu*. Un grand nombre de puits et d'excavations sont pratiqués au pied du *San Spiritu*. La masse explorée est une roche verdâtre très-dure, imprégnée de galène. Cette roche verte paraît être intercalée dans les couches de la montagne. Elle est recouverte en stratification concordante par des couches épaisses d'oxyde de fer compacte. Ces nombreuses recherches ne donnent aucun résultat important; la roche est pauvre en galène, et celle-ci ne serait séparée de la gangue qu'avec une grande difficulté. Quant à la matière ferrugineuse, elle est, quoi qu'on ait dit, absolument exempte d'argent. La galène obtenue après un triage et un lavage à l'augette, faits avec soin, a donné à l'essai de 0,001 à 0,0015 d'argent. La mine de l'*Artasica* est ouverte dans les roches de même nature; la galène qu'elle fournit a la même teneur en argent. La mine connue sous le nom de *Terrenas de los*

Franceses a été l'objet d'une grande exploitation. On prétend que c'est l'ancien puits d'Annibal dont parle l'histoire d'Espagne, et d'où ce général aurait tiré des richesses immenses. On n'y voit pas d'autre espèce minérale qu'une galène à moyennes facettes qui renferme 0,001 d'argent.

6° La grande exploration du sommet du *San Spiritu*. On a atteint le filon ou plutôt l'amas métallifère par un puits de 90 mètres, qui a traversé la roche ferrugineuse déjà signalée. Le gîte est un amas qui paraît fort irrégulier, et qui consiste en galène mélangée d'argile et de terre chloritée. La galène qu'on en retire en assez grande abondance n'est point riche en argent; elle n'en renferme que 0,0005. C'est la teneur moyenne de plombs sulfurés que l'on extrait de plusieurs autres gîtes analogues du *San Spiritu*.

Les mines *del Carmen*, de la *Virtud*, de la *Providencia*, non loin de la précédente, ne donnent même que 0,0002 d'argent.

7° L'exploration *del Carnero*. Celle-ci diffère des précédentes par la nature et la richesse des substances métalliques qu'on en retire. La recherche est peu avancée, en sorte que l'on ne peut connaître l'avenir qui lui est réservé; mais si l'ensemble du filon ou de l'amas ressemble aux échantillons que nous avons recueillis au hasard parmi les produits de la fouille, l'exploitation de ce gîte offrira des résultats comparables à ceux que donnent certaines mines de la *Sierra d'Almagrera*. Par malheur, cette exploration se fait au milieu d'anciens travaux éboulés et peut-être le gîte est-il épuisé. Les substances métalliques extraites au commencement de 1841, consistaient en fer oxydé concrétionné compacte, en galène (assez abon-

dante) et en d'autres matières plombeuses compactes, d'un gris clair taché de jaune. Les oxydes de fer ne renferment aucune trace de métal précieux; la galène a donné de 0.0016 à 0.002 d'argent sans trace d'or. — Les autres matières qui sont des phosphates et probablement des antimoniates de plomb sont fort riches. Elles donnent à l'essai 0.006 d'argent. Ce métal y est à trois états bien distincts, à l'état de chlorure soluble dans l'ammoniaque, de sulfure et d'argent antimonié ou d'argent rouge. La mine *del Carnero* est la seule, aux environs de Carthagène, qui mérite une sérieuse attention.

D'autres explorations, non loin de la ville de Carthagène, ne nous ont point présenté de matières très-argentifères. Divers échantillons consistant en une masse de fer oxydé imprégné de galène et de carbonate de plomb n'ont donné à l'essai que des traces imperceptibles d'argent. Un échantillon de la mine de *la Pace*, et qui paraît représenter la moyenne du minerai extrait, ne donne que 0.0006 d'argent. Enfin la mine de *San-Antonio*, où l'on recherche du cuivre et qui n'a présenté jusqu'à présent que quelques indices de cuivre carbonaté avec une grande abondance de fer oxydé, ne renferme point d'argent, bien que l'on soit persuadé du contraire à Carthagène.

Ainsi, à part l'unique recherche *del Carnero*, que l'on considère tout à fait à part, les galènes du calcaire métallifère de Carthagène sont généralement pauvres; on ne peut guère les traiter que pour plomb, en les mélangeant avec les mines riches d'*Almagrera*.

ANALYSE

De l'Ouwarowite.

Par M. DAMOUR.

L'ouwarowite, un des minéraux les plus rares des monts Ourals, et découvert depuis peu d'années, est connu par sa belle couleur verte, la netteté de ses cristaux, de forme dodécaèdre rhomboïdale, et par son association au fer chromé. Plusieurs minéralogistes l'ont considéré comme un oxyde de chrôme, d'autres ont pensé qu'il devait être classé parmi les grenats. Une analyse quantitative que j'ai faite récemment sur cette substance me paraît confirmer cette dernière opinion.

La rareté extrême de l'ouwarowite ne m'a permis d'opérer que sur une quantité assez faible; je crois cependant avoir obtenu des résultats satisfaisants. Les fragments qui m'ont servi proviennent d'un bel échantillon appartenant à l'École des mines de Paris. J'ai pris soin, en les observant à la loupe, d'en séparer tout le fer chromé adhérent.

Le minéral réduit en poudre fine a été mis en digestion dans de l'acide hydrochlorique faible, pour enlever tout mélange de matières solubles. Cet acide a dissous des parcelles d'oxyde de fer et d'argile, en laissant la presque totalité de la poudre inattaquée. Le minéral ainsi purifié a été lavé avec soin, séché, chauffé au rouge et pesé.

$0^{gr},1304$ ont été fondus dans un creuset de pla-

tine avec huit fois leur poids de carbonate de soude et de potasse mêlé d'un peu de nitre sec. La matière est restée en fusion au rouge cerise pendant plus d'une heure. Après le refroidissement, elle a été traitée par l'eau bouillante, qui s'est colorée en jaune foncé, en laissant un résidu blanc, insoluble. La liqueur alcaline a été filtrée. Le dépôt blanc resté sur le filtre a été lavé avec soin, puis traité par l'acide hydrochlorique, qui l'a dissous avec effervescence; la dissolution, évaporée lentement, s'est prise en gelée. Après l'évaporation complète, la masse sèche, reprise par l'acide hydrochlorique et par l'eau chaude, a laissé un résidu notable de silice colorée légèrement en vert par un peu de poudre du minéral inattaquée. La liqueur séparée de la silice a été neutralisée par l'ammoniaque : un peu d'alumine colorée par de l'oxyde de fer s'est précipitée. De l'oxalate d'ammoniaque versé dans la liqueur séparée de l'alumine a donné naissance à un dépôt abondant d'oxalate calcique. Ce sel, chauffé au rouge, s'est converti en carbonate calcique, que j'ai fait passer ensuite à l'état de sulfate, en le chauffant avec un excès d'acide sulfurique. Le poids du sulfate calcique rougi dans un creuset de platine s'élevait à $0^{gr},1023$ équivalent à $0^{gr},0425$ de chaux.

La liqueur séparée de l'oxalate calcique, traitée par le phosphate ammonico-sodique, n'a donné aucune trace de magnésie.

Il restait à déterminer les matières contenues dans la liqueur alcaline jaune, séparée du premier dépôt insoluble.

Cette liqueur a été sursaturée avec de l'acide hy-

drochlorique et évaporée à siccité. La masse sèche, reprise par l'acide hydrochlorique et par l'eau chaude, s'est dissoute en laissant de la silice, que j'ai réunie à celle obtenue précédemment.

La dissolution acide a été chauffée et mêlée avec de l'alcool pur ajouté à différentes reprises. Ce traitement avait pour but de réduire à l'état d'oxyde l'acide chromique existant dans la dissolution. En effet, en peu de temps, la liqueur prit une teinte vert foncé. Après avoir chassé l'alcool par l'évaporation, la liqueur étendue d'eau a été saturée d'ammoniaque. Il s'est produit un précipité floconneux gris bleuâtre d'hydrate chromique. Cet hydrate a été recueilli sur un filtre et lavé avec soin. La liqueur ammoniacale, traitée par l'oxalate d'ammoniaque, a donné quelques traces de chaux.

L'hydrate chromique séché sur le filtre a été ensuite chauffé au rouge, dans un creuset de platine fermé de son couvercle et pesé. Après la calcination, il était passé à l'état d'oxyde chromique anhydre, d'une belle couleur vert foncé.

La silice recueillie précédemment et pesée a été traitée par une dissolution chaude de carbonate sodique; elle s'est dissoute en presque totalité, en laissant un faible dépôt vert pesant $0^{gr},0025$, que j'ai retranché du poids total du minéral employé et de celui de la silice.

En résumé, j'avais opéré sur :

	gr.	
	0,1304	de matière pure,
en retranchant	0,0025	de matière inattaquée,
il reste. . . .	0,1279	de matière réellement employée.

J'ai obtenu :

		En 100e.	Oxygène.		Rapport.
Silice.	0,0455	35,57	18,47		2
Oxyde chromique. . .	0,0300	23,45	7,01	9,93	1
Alumine et ox. de fer.	0,0080	6,25	2,92		
Chaux.	0,0425	33,22	9,33		1
	0,1260	98,49			

On en tire la formule



$$\dddot{Cr}\,\dddot{Si} + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}$$

qui se rapporte complétement à celle des grenats.

L'ouwarowite est donc un grenat à base de chaux et d'oxyde chromique, ce dernier oxyde venant ici en remplacement de l'alumine, partie constituante habituelle de ce genre de composés. Il doit en conséquence prendre place dans la famille des grenats, tout en conservant le nom d'espèce qui lui a été donné.

N'ayant trouvé, ni dans les traités de minéralogie, ni dans aucune publication française, une analyse quantitative de ce minéral, j'ai cru pouvoir faire connaître celle que je viens de décrire, pensant avoir ainsi, le premier, déterminé régulièrement la composition de l'ouwarowite. J'ajouterai cependant que je suis entièrement disposé à accueillir à cet égard toute réclamation fondée, en laissant à chacun le mérite qui lui appartient.

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Des expériences faites dans les laboratoires des départements pendant l'année 1842.

Laboratoire de Mézières (Ardennes), dirigé par M. l'ingénieur des mines SAUVAGE.

I. *Recherches sur les propriétés des marnes supérieures du lias.*

La formation du lias, dans les Ardennes, est caractérisée par des assises puissantes de marnes sulfureuses. Ces marnes sont l'objet de grandes exploitations dans plusieurs communes. On les répand, après une calcination lente qu'on leur fait subir à l'air libre, sur les prairies artificielles, où leur effet utile est incontestable. Nous avons fait connaître dans les comptes rendus des années précédentes, la nature de la marne brute et la composition de la marne brûlée. Celle-ci est une matière rougeâtre, légère et feuilletée; il est incontestable qu'elle agit sur la végétation par la forte proportion de sulfate de chaux qu'elle renferme. La marne contient déjà une proportion notable de sulfate de chaux, mais il s'en produit une nouvelle quantité pendant la combustion. Les pyrites sont brûlées et donnent de l'acide sulfurique qui agit à l'état naissant sur le carbonate de chaux. Une partie de la chaux paraît être aussi à l'état caustique, et avoir rendu attaquable par les acides une certaine quantité de l'argile, qui constitue près de la moitié de la substance. Sous l'influence

de l'acide hydrochlorique, en effet, la marne calcinée donne de la silice gélatineuse.

Nous avons reconnu, par des essais faits en petit, que le résidu de cette combustion lente de la marne à l'air libre est une pouzzolane énergique.

On a fait quatre mortiers composés de :

1° Chaux grasse.	27	
Pouzzolane artificielle.	18	100
Sable.	55	
2° Chaux grasse.	27	
Cendre rouge de Flize.	18	100
Sable.	55	
3° Chaux hydraulique de Warcq (du lias inférieur).	27	
Pouzzolane artificielle.	18	100
Sable.	55	
4° Chaux hydraulique de Warcq.	27	
Cendre rouge de Flize.	18	100
Sable.	55	

Huit jours après l'immersion, chacun de ces mortiers a été soumis à l'épreuve de l'aiguille de 1 millimètre carré de section chargée de 30 décagrammes.

Dans le n° 1, l'aiguille s'est enfoncée de 4centim.,1
Dans le n° 2, — — de 0centim.,8
Dans le n° 3, — — de 0centim.,9
Dans le n° 4, — — de 0centim.,1

Neuf jours après l'immersion, le n° 4 supportait l'aiguille sans dépression ; le même résultat était obtenu avec les nos 2 et 3 12 jours après l'immersion, tandis que le n° 1 n'était complétement dur qu'au bout de trois semaines.

Un cinquième essai a été fait avec un mélange de 0,33 de chaux de Warcq et 0,67 de sable sans

pouzzolane. Le mortier s'est comporté absolument comme le n° 1. Il n'a supporté l'aiguille sans dépression qu'au bout de trois semaines.

Il résulte de ces essais que la cendre rouge de *Flize* est plus énergique que la pouzzolane artificielle de Pignicourt (Aisne), que nous lui avons comparée, et qui cependant est réputée de bonne qualité.

Le service de la navigation de la Meuse se propose de faire en grand l'essai de ces marnes de Flize pendant les travaux de la campagne prochaine (1843). Nous répéterons ces expériences sur un grand nombre de mélanges variés.

Cette propriété de la marne brûlée du lias doit être signalée aux constructeurs et aux entrepreneurs de travaux dans ce département. Les pouzzolanes artificielles de Pignicourt, qu'on emploie momentanément dans les travaux de la navigation de la Meuse, coûtent 26 francs le mètre cube sur le lieu de la fabrication, tandis que la marne du lias qui se calcine d'elle-même, et pour ainsi dire sans aucun frais, ne coûte sur les lieux d'exploitation que 4 francs le mètre cube, à quoi il faut ajouter les frais de pulvérisation qui ne pourraient être considérables.

II. *Examen de plusieurs minerais de fer, pour servir à la description minéralogique du département de la Meuse.*

L'industrie du fer du département de la Meuse est concentrée presque exclusivement dans les arrondissements de Bar-le-Duc et de Commercy. Elle y a pris un grand développement, et plusieurs usines dans lesquelles elle s'exerce peuvent

être prises pour modèle, aussi bien sous le point de vue de la perfection des moyens mécaniques et de l'économie des procédés, que sous celui de la direction et de l'organisation générales. C'est dans l'arrondissement de Bar que sont situées les grandes usines d'Abainville, où les flammes perdues des fours à puddler et des feux de chaufferies sont appliquées avec tant d'avantage au chauffage de deux machines à vapeur, l'une de 30 chevaux, l'autre de 100; l'usine de Tréveray, où a pris naissance en France le procédé de puddlage au gaz; les usines de Dammarie, de Montiers, de Morley, etc., où se fait le moulage de la fonte avec une rare perfection. Les arrondissements de Bar et de Commercy comptent 28 hauts-fourneaux, et à elles seules les vallées industrieuses de la Saulx et de l'Ornain en contiennent 16, indépendamment des forges où l'on élabore la fonte, et des nombreux bocards qui préparent le minerai de fer. Le combustible est, dans ce groupe d'usines, à un prix très-élevé, et tandis que d'une part, la houille de Saarbruck y revient au moins à 50 francs les 1.000 kilogrammes, et celle de la Loire à 65 francs; le quintal métrique de charbon a atteint dans ces dernières années la valeur exagérée de 10 francs, en moyenne. L'ouverture du canal de la Marne au Rhin modifiera ces conditions fâcheuses, au moins en ce qui concerne le combustible minéral, et sous ce rapport, comme sous tant d'autres, sera un véritable bienfait pour la contrée.

Les minerais de fer qui alimentent ces usines proviennent des minières de l'arrondissement de Bar. Toutefois, les riches exploitations de la Haute-Marne concourent en partie à l'approvision-

nement des hauts-fourneaux voisins du département de la Meuse. Ces minerais appartiennent au terrain néocomien ; ils gisent dans les dépressions des calcaires jurassiques de l'étage supérieur. Le depôt en est superficiel, et il est exploité à ciel ouvert dans des excavations qui ont quelquefois jusqu'à 10 mètres de profondeur. Le minerai est en grains, en fragments compactes et en géodes ; il ne contient aucun corps organisé fossile. Suivant la grosseur des grains et l'état d'agrégation des fragments, il est dépouillé dans les lavoirs à bras de l'argile qui l'empâte, ou écrasé sous les pilons des bocards. La quantité qui est expédiée chaque année de ces ateliers de préparation s'élève à 38.000 tonnes, qui produisent environ 12.000 tonnes de fonte, mais à raison de l'emploi des minerais de la Haute-Marne, la quantité de fonte que fabriquent les usines des arrondissements de Bar et de Commercy est plus considérable ; elle s'élève annuellement à 17 ou 18 mille tonnes.

Les minerais de l'arrondissement de Bar contiennent tous une petite quantité d'acide phosphorique ; aussi ne donnent-ils pas le fer qu'on désigne dans le commerce sous le nom de fer fort ou de fer de roche. Celui qu'ils produisent est cependant d'une qualité moyenne. En revanche, les fontes de moulage, obtenues par la fusion de ces minerais, sont en général d'excellente qualité, très-douces et très-faciles à limer.

MM. Thirria et Ebelmen (Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de Vesoul en 1839, Annales, t. XVIII) ont examiné les minerais de Tréveray, de Jolibois et de Foucherotte. Ils en ont fait l'essai en ajoutant une forte proportion de carbonate de chaux et de quartz,

et concluent de leurs recherches que ces minerais doivent être fondus avec addition de ces deux substances ou au moins avec des minerais siliceux. Nous avons indiqué aussi, Annales, 4me série, t. I, que le minerai d'Écurey doit être mêlé avec des flux analogues. Cependant dans la pratique, il n'en est point ainsi, et tous les minerais de la contrée, qui sont presque aussi alumineux que ceux de Tréveray, et qui, pour la plupart, ne contiennent pas plus de silice que ces derniers, et d'ailleurs, les minerais de Tréveray eux-mêmes sans mélange, ne sont combinés dans les hauts-fourneaux qu'avec une faible quantité de carbonate de chaux pur. Nous avons fait l'essai en petit d'un grand nombre de ces minerais, et nous avons reconnu que tous fondent très-bien avec du carbonate de chaux sans addition de quartz. C'est ainsi que le minerai de Tréveray donne une scorie bien homogène et bien vitreuse avec 0,08 de carbonate de chaux, et produit 0,44 de fonte blanche ; que le minerai de Jolibois fond aisément avec 0,23 de carbonate de chaux, en produisant 0,37 de fonte; que le minerai de Foucherotte fond parfaitement avec 0,17 de carbonate de chaux, en donnant 0,41 de fonte. Précédemment, nous avions essayé (Annales, t. XX, p. 212) le minerai de Ligny, qui est beaucoup moins riche que celui de Tréveray, plus alumineux que lui, et qui fond parfaitement avec 0,12 de carbonate de chaux.

On est porté à regarder ces minerais comme plus alumineux qu'ils ne le sont réellement, quand on n'analyse pas le résidu qu'ils laissent dans l'acide hydrochlorique. Ce reste ne doit point être, en effet, considéré comme de l'argile, et l'examen que nous avons fait d'un grand nombre de ces par-

ties inattaquables par les acides fait voir qu'elles ne sont souvent qu'un mélange de sable et d'une petite proportion d'argile. On comprend qu'en faisant le calcul des fondants à ajouter, on soit porté à augmenter la proportion de silice, si l'on considère le résidu de l'attaque par les acides comme de l'argile pure. Cette considération nous conduit à rectifier l'indication que nous avons donnée en parlant du minerai d'Écurey. Les 0,156 désignés sous le nom d'argile sont somposés de :

Silice.	0,126
Alumine. . . .	0,030

et il a été constaté directement que ce minerai fond bien avec addition de 0,12 de carbonate de chaux. D'après l'analyse et la rectification qui vient d'être faite, il renferme en tout :

Silice.	0,156
Alumine. . . .	0,080

Nous consignons ci-dessous l'analyse de neuf variétés de minerais de l'arrondissement de Bar-le-Duc. L'alumine, qualifiée d'alumine libre, a été enlevée en traitant directement le minerai par la dissolution de potasse bouillante. La silice *gélatineuse* provient du traitement par la lessive alcaline du résidu que laisse l'acide hydrochlorique. Les minerais qui abandonnent ainsi de la silice gélatineuse contiennent une certaine quantité de protoxyde de fer qui a été dosé, mais sur la quantité duquel il y a incertitude, quand le minerai renferme de l'oxyde de manganèse. Cette silice et ce protoxyde de fer dénotent, dans le minerai de fer, la présence de grains d'hydrosilicate de fer, comme ceux qu'a signalés depuis longtemps M. Berthier. Ces grains de fer silicaté ne sont pas

tous magnétiques et n'ont probablement pas tous la même composition; car quelques-uns des minerais qui contiennent du protoxyde de fer et de la silice rendue *gélatineuse* par l'action de l'acide hydrochlorique n'abandonnent rien ou presque rien au barreau aimanté. Ces hydrates renferment aussi une petite quantité de matière organique colorante, jaune ou brune, qui communique sa teinte au sable qui reste dans l'acide hydrochlorique, après la dissolution des oxydes.

	(1) Tréveray.	(2) Ribeaucourt. (Chaude.)	(3) Ribeaucourt. (Froide.)	(4) Biencourt.	(5) Bocquigneux.	(6) Hevilliers.	(7) Foucheres.	(8) Ligny.	(9) Bure.
Peroxyde de fer	0,6420	0,6303	0,5568	0,6154	0,3830	0,5520	0,5350	0,5720	0,3818
Protoxyde de fer	»	0,0100	»	»	»	»	non dosé	non dosé	0,0300
Oxyde de manganèse	traces	0,0266	0,0500	0,0233	0,0130	0,0080	traces	traces	0,0050
Alumine libre	0,0500	0,0366	0,0300	0,0200	0,0320	0,0400	0,0760	0,0670	0,0233
Silice gélatineuse	»	0,0400	0,0100	»	»	»	0,0360	0,0260	0,0233
Argile et sable: Silice	0,1200	0,0933	0,1733	0,2000	0,4200	0,2500	0,2220	0,1360	4,0166
Argile et sable: Alumine	traces	0,0066	0,0366	0,0133				0,0450	
Chaux	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0120	0,0100	0,0008	0,0002	0,0000
Eau et acide carbonique	0,1780	0,1566	0,1433	0,1380	0,0120	0,1400	0,1330	0,1540	0,1100
Totaux	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Fonte	0,4480	0,4370	0,3860	0,4260	0,2650	0,3817	0,3710	0,3966	0,2640

(1) *Minerai de Tréveray*. Poussière jaune brunâtre non magnétique, renfermant un peu de carbonate de chaux provenant de la roche encais-

sante. Essayé dans le fourneau à vent avec 0,08 de marbre blanc, il a très-bien fondu, a donné 0,44 de fonte blanche et une scorie très-faiblement colorée. Le minerai renferme en tout : silice, 0,12; alumine, 0,05. Cette scorie devait être composée de :

Silice.	0,5580
Alumine. . .	0,2330
Chaux. . . .	0,2090
	1,0000

(2) *Minerai de Ribeaucourt*, dit *mine chaude*. La poussière en est jaune, et renferme quelques grains d'une couleur plus foncée, attirables au barreau aimanté. Il contient en tout : silice, 0,1233; alumine, 0,0432. En admettant pour la composition du laitier :

Silice.	0,584
Alumine. . . .	0,204
Chaux.	0,212
	1,000

lequel, un peu moins alumineux que le précédent (1), doit être plus fusible, on trouve qu'il faudrait ajouter pour fondant 0,08 de carbonate de chaux

(3) *Minerai de Ribeaucourt*, dit *mine froide*. Il contient, comme le précédent, quelques grains magnétiques. Il renferme en tout : silice, 0,1833; alumine, 0,0666. Ces éléments sont dans le même rapport que dans la mine chaude, mais la proportion en est plus considérable; le minerai est moins riche; il exige pour fondre l'addition de 0,12 de carbonate de chaux.

(4) *Minerai de Biencourt*. Il n'abandonne rien

au barreau aimanté. Il contient : silice, 0,2000; alumine, 0,0333; il est par conséquent moins alumineux que les précédents. En mélange avec ceux-ci, il augmente la fusibilité. Seul, il fondrait avec 0,18 de carbonate de chaux.

(5) *Minerai de Becquigneux*. Il est pauvre et ne doit être employé qu'en petite proportion et avec les minerais les plus alumineux. Le sable et l'argile qu'il contient exigeraient pour la fusion environ 0,25 du poids total du minerai de carbonate de chaux.

(6) *Minerai d'Hévillers*. Il ressemble beaucoup à la mine froide de Ribeaucourt, et son emploi dans le haut-fourneau doit être tout à fait le même.

(7) *Minerai de Fouchères*. Analogue au précédent, plus alumineux, cependant un peu moins riche. On ne l'emploie jamais seul; il conviendrait surtout au mélange avec le minerai de Biencourt. La quantité de carbonate de chaux qui lui correspond dans un lit de fusion peut être évaluée aux 0,15 du poids du minerai.

(8) *Minerai de Ligny*. Il est fort analogue au minerai de Fouchères, plus employé que ce dernier. Il forme les $\frac{3}{7}$ de la charge du haut-fourneau de Dammarie. Quoique très-alumineux, le minerai de Ligny fond (Annales, t. XX, p. 212) avec 0,12 de carbonate de chaux. Le laitier doit être composé de :

Silice.	0,411
Alumine. . . .	0,284
Chaux.	0,305
	1,000

La charge du haut-fourneau de Dammarie se compose de :

	k.
Minerai de Ligny (8).	140,25 — 0,40
Minerai de Fouchères (7).	35,00 — 0,10
Minerai d'Ecurey (analysé *Annales des mines*, 4e série, t. I, p. 538). .	172,50 — 0,50
Total. . . .	347,75 — 1,00

Elle contient par conséquent :

Silice.	0,134
Alumine. . . .	0,080

avec l'addition de 0,17 du poids total de la charge en castine, le laitier serait composé de :

Silice.	0,434
Alumine. . . .	0,259
Chaux.	0,307
	1,000

Or, c'est précisément la proportion de castine que l'expérience a indiquée comme la plus convenable, car il entre dans le lit de fusion 61 kilogrammes de castine (c'est du carbonate de chaux presque pur), ou les 0,175 de 347k,75. A l'époque où nous cherchions la composition la plus convenable qu'il fallait donner aux briques de l'ouvrage, on a essayé de diminuer la proportion de fondant, que l'on a fait descendre jusqu'à 45 kilogrammes ; mais les laitiers devenaient extrêmement durs et *roides*, et l'ouvrage se rétrécissait de telle façon, qu'au bout d'un mois d'expérience, il s'était rétréci de 0m,088. On a repris le dosage de 61 kilogrammes comme le plus convenable. Le haut-fourneau de Dammarie marche à l'air chaud, appareil Calder, 300°, et produit une excellente fonte grise de moulage. On brûle, pour la fusion

de la charge indiquée ci-dessus, 800 litres de charbon du poids de 175 kilogrammes, et cette consommation de charbon correspond à 125 parties de charbon en poids pour 100 de fonte obtenue.

(9) *Minerai de Bure.* On a examiné ce minerai pour savoir s'il conviendrait de l'employer dans le haut-fourneau de Thusey (arrondissement de Commercy); il est tout à fait semblable à celui de Becquigneux (5); il est trop pauvre pour être exploité avec avantage, et surtout pour être fondu à Thusey, qui est à une grande distance de ce gisement. Le dosage du haut-fourneau de Thusey, qui marche à l'air chaud, est ainsi qu'il suit :

Ribeaucourt, mine chaude (2)	0,20
— mine froide (3) ou Hevilliers (6)	0,10
Biencourt (4)	0,40
Tréveray (1)	0,30
	1,00

Ainsi qu'on le voit par les analyses précédentes, les laitiers qui proviennent du traitement de ces minerais doivent être très-alumineux. Les briques que l'on emploie dans la construction des ouvrages sont en général trop siliceuses, et c'est ce qui en explique la prompte destruction. Ainsi, au haut-fourneau de Dammarie, il était rare que la durée des trains fût de plus de dix mois, avant l'emploi des nouvelles briques dont nous avons étudié la composition avec MM. Vivaux, propriétaires de l'usine.

Après avoir analysé l'halloysite de Villé-en-Trode (Aube) et reconnu qu'elle est très-propre à la fabrication de bonnes briques réfractaires, nous nous sommes arrêtés au mélange suivant :

Cailloux blancs pulvérisés. . .	en volume	3,	en poids	40
Terre de Villé-en-Trode, crue.	—	1,	—	10
— — cuite.	—	5,	—	50
				100

Ce qui donne pour la composition des briques séchées à l'air :

Silice.	0,830
Alumine.	0,157
Eau.	0,013
	1,000

Les matières ont été préparées et le mélange exécuté avec le plus grand soin. Les briques ont été façonnées avec le moins d'eau possible, bien comprimées et desséchées lentement sur des tablettes placées près du gueulard. Lors de la pose, les briques devaient s'appliquer l'une contre l'autre à surface unie, et n'étaient reliées que par un léger enduit de la terre crue délayée dans l'eau, appliqué au pinceau. L'ouvrage ainsi reconstruit résiste depuis vingt mois, sans qu'il y ait encore de dégradation sensible.

LABORATOIRE DE CLERMONT (Puy-de-Dôme), dirigé par M. l'ingénieur des mines BAUDIN.

Examen des houilles et cokes provenant de l'exploitation de la Taupe. (Bassin de Bassac.)

Cinq échantillons de houille adressés au laboratoire de Clermont, par le directeur des mines de la Taupe, dans le but d'être éclairé sur la différence de compositions des diverses couches exploitées, ont été étudiés sous le rapport de la

densité, des cendres du coke, des produits volatils et du pouvoir calorifique.

Trois échantillons des cokes fabriqués dans le même établissement, et faisant partie du même envoi, ont été étudiés sous le rapport du rendement en cendres.

Cet examen a donné les résultats suivants, dont chacun représente la moyenne d'au moins deux déterminations concordantes dans les limites d'exactitude que comporte ce genre de recherches.

N° (1). Houille de la couche dite *la Robert-Browne et Agassiz*. (Travaux de la Taupe.)

Densité.	1,34
Cendres p. 0/0. . . .	8,60
Coke boursouflé. . . .	73,60
Produits volatils. . . .	26,40
Plomb réduit pour 1 g.	28,67

ou déduisant par le calcul des données ci-dessus celles relatives à la même houille supposée pure.

Densité.	1,28
Coke.	71,12
Produits volatils. . . .	28,88
Plomb réduit.	31,36

N° (2). Houille de la couche dite *la Louise*. (Mêmes travaux de la Taupe.)

Densité.	1,31
Cendres p. 0/0.	4,70
Coke boursouflé. . . .	73,20
Produits volatils. . . .	26,80
Plomb réduit.	29,58

ou résultats théoriques pour la houille pure :

Densité.	1,28
Coke.	71,88
Produits volatils. . . .	28,12
Plomb réduit.	31,04

N° (3). Houille de la couche dite de *Quatre-Pieds* ou du *fond du puits*. (Mêmes travaux de la Taupe.)

Densité.	1,32
Cendres p. 0/0.	6,80
Coke boursouflé. . . .	73,00
Produits volatils. . . .	27,00
Plomb réduit.	29,57

ou résultats théoriques :

Densité.	1,28
Coke.	71,03
Produits volatils. . . .	28,97
Plomb réduit.	31,73

N° (4). Houille de la couche dite *la Félicie*. (Travaux d'Arrest).

Densité.	1,30
Cendres	6,50
Coke boursouflé. . . .	74,00
Produits volatils. . . .	26,00
Plomb réduit.	29,53

ou résultats théoriques :

Densité.	1,27
Coke.	72,19
Produits volatils. . . .	27,81
Plomb réduit.	31,58

N° (5). Houille de la couche dite *la Truelle*. (Mêmes travaux d'Arrest.)

Densité.	1,33
Cendres p. 0/0.	6,60
Coke boursouflé. . . .	73,70
Produits volatils. . . .	26,30
Plomb réduit.	29,61

ou résultats théoriques :

Densité.	1,29
Coke..	71,84
Produits volatils. . .	28,16
Plomb réduit.	31,72

N° (6). Coke fabriqué avec la houille de *la Robert-Browne et Agassiz.*

Ce coke a donné à l'incinération :

Cendres. . . . 12 p. 0/0.

N° (7). Coke fabriqué avec de la houille extraite de *la Louise.*

Ce coke a donné à l'incinération :

Cendres. . . . 8 p. 0/0.

N° (8). Coke fabriqué avec les houilles mélangées de *la Robert-Browne et Agassiz* et de *la Louise.*

Ce coke a donné à l'incinération :

Cendres. . . . 11 p. 0/0.

Ces divers cokes, tous d'une belle apparence et d'une bonne fabrication, sont les premiers que le bassin de Bassac ait livrés en quantité notable au commerce. Les essais jusque-là faits (voir le compte rendu du laboratoire de Clermont pour 1841) n'avaient pas donné à beaucoup près de résultats aussi satisfaisants. Il ressort d'ailleurs de l'examen de ces cokes et des diverses houilles de la concession de la Taupe, que la couche dite *la Louise* est en raison de sa pureté la plus propre à la fabrication du coke, et encore que les houilles de la Taupe dans leur ensemble plus bitumineuses et moins carbonées que celles d'Arrest doivent convenir particulièrement à la forge, tandis que ces dernières peuvent leur être préférées pour la grille.

Examen des houilles exploitées dans la partie du bassin houiller de la Haute-Dordogne, dite de Champagnac, arrondissement de Mauriac (Cantal).

Les échantillons étudiés ont été recueillis sur place même dans les deux seules mines de Lempret, concession de Lempret, et la mine de Madie, concession de Madie. La première de ces mines, embrassant trois couches (si l'on peut donner ce nom aux plans suivant lesquels la houille est distribuée avec une extrême irrégularité), a fourni cinq échantillons. La mine de Madie, embrassant deux couches, a fourni deux échantillons; ces sept échantillons ont donné à l'observation et à l'essai les résultats suivants.

N° (1). Mine de *Lempret*, couche dite *nouvelle couche*. C'est la couche inférieure, la première couche dans l'ordre de formation des trois couches exploitées, bien que le renversement général du terrain la place en apparence au toit des deux autres. Le gîte exploité a forme d'une lentille, dont les plus grandes dimensions seraient en allongement de 38 mètres, en hauteur de 26, et en épaisseur de 4 mètres.

La houille a donné :

Densité.	1,26
Cendres grises. . . .	4,60
Coke boursouflé. . .	71,20
Produits volatils. . .	30,19
Plomb réduit. . . .	29,33

Ou ramenant ces résultats à la même houille supposée pure :

Densité.	1,24
Coke.	69,81
Produits volatils. . .	30,19
Plomb réduit. . . .	30,74

N° (2). Même mine, couche dite *couche de Deux Mètres*. C'est la deuxième couche dans l'ordre de formation. Le gîte exploité est une lentille d'environ 16 mètres d'allongement, autant de hauteur et 2 mètres d'épaisseur maximum.

La houille a donné :

Densité.	1,33
Cendres grises. . . .	13,90
Coke boursouflé. . .	70,20
Produits volatils. . .	29,80
Plomb réduit. . . .	25,50

ou résultats théoriques :

Densité.	1,24
Coke.	65,39
Produits volatils. . .	34,61
Plomb réduit. . . .	29,62

N° (3). Même mine; troisième couche dans l'ordre de formation. C'est la couche la plus rapprochée du puits d'extraction, rognon de la traverse. Ce rognon n'est encore connu que par sa tête exploitée sur une hauteur de 10 mètres et un allongement de 13 mètres; son épaisseur maxima étant de 3 mètres.

La houille a donné :

Densité.	1,36
Cendres grises. . . .	16,50
Coke boursouflé. . .	69,70
Produits volatils. . .	30,30
Plomb réduit. . . .	24,11

ou résultats théoriques :

Densité.	1,25
Coke.	63,71
Produits volatils. . .	36,29
Plomb réduit. . . .	28,87

N° (4). Même mine, même couche ou plutôt

même assise de terrain houiller, rognon de la galerie d'allongement. Ce rognon, remarquable par sa forme, est une véritable boule ou sphère d'environ 10 mètres de diamètre.

La houille a donné :

Densité.	1,28
Cendres grises. . . .	4,20
Coke boursouflé. . .	69,90
Produits volatils. . .	30,10
Plomb réduit. . . .	28,26

ou résultats théoriques :

Densité.	1,25
Coke.	68,58
Produits volatils. . .	31,42
Plomb réduit. . . .	29,50

N° (5). Même mine, même assise du terrain houiller, rognon du puits d'air. Ce rognon a pour plus grandes dimensions une quinzaine de mètres en allongement, six en hauteur et cinq en épaisseur.

La houille a donné :

Densité.	1,27
Cendres grises. . .	7,00
Coke boursouflé. .	69,40
Produits volatils.	30,60
Plomb réduit. . .	27,66

ou résultats théoriques :

Densité.	1,23
Coke.	67,10
Produits volatils.	32,90
Plomb réduit. . .	29,74

N° (6). Mine de *Madie*, première couche dans l'ordre de formation. C'est la plus éloignée du puits d'extraction.

La houille a donné :

Densité.	1,28
Cendres grises. . . .	6,40
Coke boursouflé. . .	67,10
Produits volatils. .	32,90
Plomb réduit. . . .	27,45

ou résultats théoriques :

Densité.	1,24
Coke.	64,85
Produits volatils. .	35,15
Plomb réduit. . . .	29,26

N° (7). Même mine, deuxième couche dans l'ordre de formation ou toit de la précédente.

La houille a donné :

Densité.	1,28
Cendres grises. . . .	4,40
Coke boursouflé. . .	68,40
Produits volatils. . .	31,60
Plomb réduit. . . .	29,13

ou résultats théoriques :

Densité.	1,26
Coke.	66,95
Produits volatils. .	33,05
Plomb réduit. . . .	30,47

Toutes ces houilles, comme on le voit, diffèrent peu sous le rapport de leur composition qui les place parmi les houilles grasses à longue flamme; d'autre part, leurs caractères extérieurs et leurs emplois établissent entre elles le même rapprochement; elles donnent toutes une poussière également bleuâtre seulement en masse; leur aspect diffère selon leur pureté. Ainsi, celles pures sont d'un beau noir éclatant, comme les n[os] 1, 4, 6, 7.; celles terreuses, au contraire, passent au brun mat d'autant plus prononcé qu'elles sont plus impures comme les n[os] 2, 3 et 5. La

texture de ces houilles, toujours schisteuse, au moins dans un sens (le plan des couches), est souvent grenue et irrégulière dans les autres sens, et particulièrement pour les variétés pures, telles que 1, 4, 6 et 7. Quant à leurs emplois actuels, ils sont les mêmes pour toutes les forges maréchales et les foyers industriels ou domestiques des environs, et on ne peut guère en effet la différencier que par leur pureté, qui est des plus variables.

Essais pour argent de galènes diverses.

Galène argentifère de Lacras, commune de Compiers (Puy-de-Dôme). — Échantillon apporté au laboratoire par M. Brousse-Goutte de Vollore, comme provenant d'une fouille par lui entreprise audit lieu sur un filon N.-S., dont le prolongement sud irait passer par le point marqué sur Cassini *la mine*, et où se voient des vestiges de travaux dont le souvenir s'est entièrement perdu.

Cette galène, qui a pour gangue une roche feldspathique, est à moyennes facettes.

Cinq grammes de galène sensiblement pure obtenue par lavage ont été coupellés directement avec addition de plomb pauvre ; on a obtenu :

Un bouton d'argent pesant 0$^{gr.}$,005, ce qui donne pour teneur de la galène essayée 0,001 d'argent.

Galène argentifère du ravin de Rolland, près le pont de Vernet, vallée d'Allagnon (Cantal). — Cette galène à cristaux octaédriques et à moyennes facettes, a pour gangue du quartz et de la baryte sulfatée; elle forme dans le gneiss

un filon mis à nu par les travaux de la route départementale de Murat à Massiac.

Cinq grammes de galène sensiblement pure ont été coupellés directement avec addition de plomb ; on a obtenu un bouton d'argent pesant $0^{gr},0013$.

Galène argentifère de Tinière, commune de Beaulieu (Cantal). — Cette galène à grains fins est intimement associée à du fer carbonaté, de la baryte et du quartz. Ces divers minéraux constituent sur ce point à la limite même du terrain houiller et de granit encaissant un puissant filon N.-S., surtout remarquable par la présence de masses assez considérables de baryte carbonatée.

Cinq grammes de galène, sensiblement pure, ont été coupellés directement avec addition de plomb; on a obtenu un bouton d'argent pesant $0^{gr.},015$, ce qui donne pour teneur de la galène essayée 0,003 d'argent.

Galène remise par M. Lapeyre, d'Aurillac, comme provenant des environs de Calvinet (Cantal). — Cette galène, sur l'origine de laquelle on n'a pu encore obtenir de renseignements précis, est à larges facettes.

Cinq grammes ont été coupellés directement avec addition de plomb ; on a obtenu un bouton d'argent pesant $0^{gr.},0015$.

Ce qui donne pour teneur de la galène essayée 0,0003 d'argent.

Galène de la Bastide, commune de Sarrus (Cantal). — Échantillon adressé par M. le maire de la commune de Sarrus, comme provenant d'anciens travaux, qui ont sans nul doute valu au ruisseau qui les baigne son nom de ruisseau de Las Caves.

Cette galène est à larges facettes.

Cinq grammes ont été coupellés directement avec addition de plomb; on a obtenu un bouton d'argent pesant 0,001.

Ce qui donne pour teneur de la galène essayée 0,0002 d'argent seulement.

Galène de Rouffiac, canton de la Roquebrou (Cantal). — Cette galène est à larges facettes; elle provient d'un filon quartzeux qui contient en même temps du plomb phosphaté vert et du manganèse.

Cinq grammes ont été coupellés directement avec addition de plomb. On a obtenu un bouton d'argent pesant 0,001.

Ce qui donne pour teneur de la galène essayée 0,0002 d'argent seulement.

Essais qualitatifs de la baryte carbonatée de Tinière (Cantal).

Un premier échantillon adressé au laboratoire de Clermont, par M. Chenot, a donné lieu à la détermination de la nature précise de ce minéral. Sa densité trouvée de 4,23, sa solubilité dans les acides avec effervescence, la précipitation totale des sels fournis par l'acide sulfurique, encore la cristallisation de ces sels et leur manière de colorer la flamme de l'alcool, n'ont point permis de conserver le moindre doute sur la nature de ce minéral, lequel est un carbonate de baryte à cristallisation rayonnée et en masses translucides en tout semblable au carbonate de baryte importé d'Angleterre.

Postérieurement à cette détermination, des quantités assez considérables de ce minéral ont été apportées au laboratoire par l'explorateur du gîte,

et ont donné lieu à des essais variés et sur une assez grande échelle. Ces essais ont eu principalement pour but de constater l'utile emploi de ce carbonate au lieu et place du minium dans la fabrication des cristaux, aussi l'utile emploi de ce même minéral pour la fabrication en grand de l'acétate de baryte à employer au lieu et place de l'acétate de plomb dans la teinture des étoffes.

Ces essais, dont les produits ont été, comme échantillons, soumis par M. Chenot à diverses maisons de fabriques, permettent d'espérer qu'il sera tiré un profitable parti du gîte de baryte carbonaté de Tinière, si d'ailleurs il répond sous le rapport de la quantité et de l'exploitation aux espérances conçues.

Laboratoire de Dijon (Côte-d'Or), dirigé par M. l'ingénieur des mines GUILLEBOT DE NERVILLE.

1° *Analyses de six calcaires des environs de Dijon* (1).

Il était important de rechercher, aux environs de Dijon, des calcaires propres à fournir la chaux hydraulique nécessaire pour les grands travaux de maçonnerie, qui seront incessamment en cours

---

(1) Indépendamment de l'analyse par le procédé ordinaire, 10 grammes de chaque calcaire ont été fortement calcinés, la chaux obtenue dans cette opération a été réduite en poudre et traitée par l'acide muriatique étendu; l'argile qui s'était combinée avec la chaux, par l'effet de la calcination, et qui, par conséquent, devait être désignée sous le nom d'*argile hydraulicante*, a été en partie dissoute dans la liqueur acide, et en partie réduite à l'état floconneux, de telle sorte qu'il a été facile de la séparer du sable quartzeux, par décantation.

d'exécution sur la ligne du chemin de fer de Châlons; six groupes d'échantillons, soumis à l'analyse chimique, ont donné les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Carbonate de chaux. . . .	0,809	0,724	0,731	0,831	0,918	0,919
Carbonate de Magnésie. . } Carb. de protoxyde de fer. }	traces	0,008	0,010	0,017	0,006	traces
Argile hydraulicante. . .	0,174	0,186	0,236	0,142 }	0,076	0,078
Sables quartzeux.	0,006	»	0,005	» }		
Eau et bitume.	0,011	0,012	0,018	0,010	»	0,003
Totaux. . . .	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(1) *Calcaire des carrières*, dites *des Chartreux*.—Il forme une couche bien réglée d'environ un mètre d'épaisseur, à la séparation du forest-marble et du corn-brash; il paraît correspondre au bradford-clay, qui occuperait alors dans la série des assises du premier étage jurassique une position plus élevée que celle dans laquelle il s'est généralement déposé; anomalie qui serait le résultat d'une sorte de faille dans l'ordre de succession des phénomènes géologiques dont nous allons encore retrouver la trace, en nous occupant des cinq autres calcaires qui appartiennent au kelloway-rock.

Ce calcaire a une apparence très-marneuse; il est d'une couleur grisâtre; il tache les doigts; il donne une chaux très-hydraulique qui fait prise du deuxième au troisième jour, et qui durcit très-promptement sous l'eau. On peut l'extraire économiquement des carrières dites des Chartreux, où le corn-brash est depuis fort longtemps exploité pour pierre de taille.

(2) *Calcaire du sommet du monticule du Bel-Air.* — Il appartient à la partie inférieure du deuxième étage jurassique, et il renferme quelques fossiles caractéristiques de l'oxford-clay; il est marno-compacte, d'une couleur grisâtre; il donne une chaux éminemment hydraulique, et il peut facilement être exploité à ciel ouvert.

(3) *Calcaire de Daix*, dit *pierre morte.* — Ce calcaire se trouve au même niveau géologique que celui du monticule du Bel-Air, mais il est plus marneux et sa cassure est plus terreuse; calciné en gros fragments, il décrépite fortement, et après sa conversion en chaux, il fuse difficilement dans l'eau, de sorte qu'il serait nécessaire de l'employer en poudre, et de le gâcher à la manière des ciments.

(4) *Calcaire de Fontaine.* — Il forme plusieurs bancs d'une épaisseur totale de quatre à cinq mètres, correspondant aux couches dont les deux calcaires précédents ont été extraits. Il est plus compacte et d'un gris un peu jaunâtre; il donne une chaux moyennement hydraulique qui fait prise après douze ou quinze jours d'immersion.

(5) *Calcaire du pied de l'escarpement de la butte de Talant.* — Calcaire sub-compacte, à cassure conchoïdale, de couleur jaunâtre, formant une série de petits bancs de $0^m,10$ à $0^m,15$ d'épaisseur, pressés les uns contre les autres sans interposition de marnes et situés à la partie la plus basse du deuxième étage jurassique; sur la dalle nacrée, dans la position qu'occupent habituellement les marnes oxfordiennes et le minerai de fer qui leur est subordonné. Ce calcaire ne jouit d'aucune propriété hydraulique.

(6) *Calcaire du sommet de l'escarpement de la butte de Talant.* Il succède immédiatement aux assises du calcaire précédent, mais il est inférieur aux couches qui nous ont donné les échantillons (2), (3) et (4). De même que le calcaire n° 5, il ne paraît pas renfermer de fossiles; il présente presque identiquement la même composition, mais sa texture est moins compacte, sa cassure est un peu terreuse, et sa couleur est légèrement grise. Il ne peut non plus être d'aucun usage dans les constructions hydrauliques.

2° *Analyse du minerai de fer de Vellerot.*

Ce minerai forme dans le lias, immédiatement au-dessus du calcaire à gryphées, une couche que l'on a reconnue dans plusieurs localités, mais qui n'est exploitée, dans le département de la Côte-d'Or, qu'à Vellerot, pour alimenter le haut-fourneau de Lacanche. L'épaisseur de cette couche varie de $0^m,40$ à $0^m,60$; c'est une lumachelle à pâte ferrugineuse compacte enclavant des rudiments d'oolites miliaires et de nombreux fossiles (Pectens, Plagiostomes, etc.), dont le têt est transformé en chaux carbonatée ordinairement spathique et qûelquefois géodique.

A la partie moyenne de cette couche, il existe un petit lit marneux de $0^m,20$ à $0^m,25$ d'épaisseur, d'apparence schisteuse, qui se délite facilement à l'air, donnant ainsi un minerai en poussière, dont les grains ont une ténuité comparable à celle de la poudre de chasse et sont mélangés de quelques oolites miliaires bien formées.

L'analyse du minerai en roche a donné :

Peroxyde de fer. . .	0,280
Oxyde de manganèse. } Oxyde de chrôme. . . }	traces.
Acide phosphorique.	0,003
Alumine soluble. . .	0,011
Carbonate de chaux.	0,571
Argile.	0,101
Eau.	0,034
	1,000

Teneur en fer métallique, 19,40 p. 100.

Le minerai en poussière a été trouvé composé des éléments suivants :

Peroxyde de fer. . . .	0,350
Oxyde de manganèse. } Oxyde de chrôme. . . } Acide phosphorique. }	traces.
Alumine soluble. . .	0,028
Carbonate de chaux. .	0,254
Argile.	0,306
Eau.	0,062
	1,000

Teneur en fer métallique, 24,26 p. 100.

Ces minerais sont traités à Lacanche avec un mélange de mines de Thomirey et de Chancelay, pour fonte de moulage en première fusion ; l'acide phosphorique qu'ils renferment nuirait à la qualité du fer que l'on pourrait fabriquer avec ces fontes ; mais, depuis longtemps, la forge de Lacanche est tenue en chômage.

3° *Analyses des minerais de fer de Thomirey et de Chancelay.*

Ces deux minerais appartiennent à un terrain d'alluvion qui paraît provenir en grande partie du remaniement des marnes du lias, et qui recouvre

alternativement du calcaire à gryphées et de l'arkose.

Ils ont donné à l'analyse :

	Tomirey. (1)	Chancelay. (2)
Peroxyde de fer	0,330	0,387
Oxyde rouge de manganèse . . .	0,050	0,015
Oxyde de chrôme.	traces	traces
Alumine soluble.	0,032	0,028
Gangue argileuse.	0,430	0,426
Eau et oxygène.	0,158	0,144
Totaux.	1,000	1,000
Teneur en fer métallique.	0,230	0,268

(1) *Minerai de Thomirey.* — Il se présente en grains assez irréguliers, mais ayant une tendance à la forme pisolitique, de grosseur très variable et de couleur brune ; ces grains sont mélangés de fragments de plaquettes argilo-ferrugineuses et de quelques particules magnétiques ; ils dégagent une forte odeur de chlore lorsqu'on les traite par l'acide muriatique.

(2) *Minerai de Chancelay.* — Ce minerai est composé de fragments plus généralement aplatis et d'une couleur moins foncée ; il ne renferme ni grains pisolitiques ni grains magnétiques, et sa formation paraît être due à des phénomènes purement mécaniques ; il est aussi beaucoup moins riche en manganèse que ne l'est le minerai de Thomirey.

Ces deux minerais pourraient être fondus seuls

avec addition de castine ; on préfère, à Lacanche, les mélanger avec 1/2 de leur poids de minerai de Vellerot, et les analyses qui précèdent justifient le choix de ces proportions, sous le rapport de la fusibilité des gangues ; on obtiendrait un mélange plus facilement fusible encore et plus économique, en remplaçant dans chaque charge une conge de minerai de Vellerot par une demi-conge de dolomie, fondant dont il existe plusieurs gîtes à portée de l'usine, tant dans le terrain keupérien que dans les calcaires subcompactes de l'oolite inférieure.

4° *Analyse du minerai de fer d'Aisy.*

Le minerai de fer hydroxydé d'Aisy forme une sorte de croûte de $0^m,35$ d'épaisseur moyenne, à la surface du granite, sous une couche d'argile grisâtre qui renferme de petits bancs discontinus de lumachelle calcaire pénétrée de chaux fluatée.

La structure intime de cette croûte de minerai est éminemment concrétionnée ; elle présente, sur un très-petit espace, une foule de replis orientés dans toutes les directions, et qui semblent indiquer que le liquide qui tenait l'oxyde de fer en dissolution a été sécrété de tous les points de la surface du granite.

L'oxyde de fer, de couleur jaunâtre et veiné de brun, est criblé de petites cavités géodiques ; il empâte des cristaux de quartz et de feldspath qui proviennent de la désagrégation des éléments du granite, et qui deviennent tellement abondants en quelques points de la masse du minerai, qu'ils lui donnent l'apparence d'un porphyre en décomposition.

6° *Analyse de la mine en terre de Thostes.*

La mine en terre de Thostes est, parmi les nombreuses variétés de minerai que présente ce gîte si remarquable, la seule qui soit aujourd'hui traitée à l'usine de Maison-Neuve; elle forme une couche de $0^{m},80$ de puissance moyenne reposant sur une assise d'argile blanche qui renferme des bancs de calcaire lumachelle, et elle est recouverte par une roche de quartz qui paraît être en partie contemporaine du dépôt du calcaire à gryphées. Ne pouvant pas entrer ici dans des détails géologiques qui doivent faire l'objet d'un travail spécial, je me bornerai à indiquer que l'origine du minerai de Thostes paraît devoir être attribuée à une sublimation de fer oligiste qui a pénétré alternativement des roches calcaires, siliceuses et alumineuses; la mine en terre appartient à cette dernière catégorie de roches, c'est une argile fortement imprégnée de fer oligiste, d'un rouge foncé, à reflets métalliques dans les parties qui ont subi l'action d'un frottement, happant à la langue et tachant fortement les doigts; elle est mêlée de rognons de fer oligiste compacte qui présentent quelquefois des géodes tapissées de cristaux rhomboédriques très-aplatis.

Son analyse a donné :

Peroxyde de fer.	0,608
Oxyde rouge de manganèse. .	0,034
Alumine soluble.	0,060
Argile et silice gélatineuse. .	0,240
Eau, oxygène.	0,058
Total. .	1,000

Teneur en fer métallique, 42,15 p. 100.

On s'est assuré que ce minerai ne contenait pas

de substances nuisibles à la qualité du fer, mais on n'y a pas encore recherché de chrôme.

Ce minerai était de nature à être avantageusement mélangé avec celui d'Aisy ; une charge composée de 150 kilogrammes de minerai d'Aisy, 120 kilogrammes de mine de Thostes et 30 kilogrammes de castine, devait fondre très-facilement dans un fourneau soufflé à l'air chaud, on s'est rarement écarté de ces proportions depuis que le fourneau de Maison-Neuve est en feu, et l'on a obtenu de bonne fonte de forge avec une allure régulière.

7° *Essais de quelques minerais de fer traités dans les hauts-fourneaux du Châtillonnais.*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10 gr. minerai cru = minerai calciné. . . .	8,06	8,10	8,34	7,70	8,30	7,92	8,20
Fondant fixe aouté : Chaux.	»	»	0,83	»	0,70	»	»
Fondant fixe aouté : Kaolin.	1,40	1,24	2,00	1,80	1,00	2,20	1,50
Total des matières fixes.	9,46	9,34	1,117	9,50	10,00	10,12	9,70
Résultats de l'essai : Fonte.	4,40	4,27	4,63	4,18	4,52	4,25	4,36
Résultats de l'essai : Scorie.	3,28	3,30	4,67	3,68	3,56	4,09	3,50
Oxygène du minerai.	1,78	1,77	1,87	1,74	1,92	1,78	1,84
Matières vitrifiables.	1,88	2,06	1,84	1,88	1,86	1,89	2,00
Matières insolubles dans l'acide muriatique.	0,70	8,76	1,00	0,71	1,22	0,74	0,90
Matières solubles dans l'acide muriatique. .	1,18	1,30	0,84	1,17	0,64	1,15	1,10
Matières solubles dans l'acide acétique. . .	0,76	0,80	0,36	1,08	0,28	0,78	0,84
Matières insolubles dans l'acide acétique, et solubles dans l'acide muriatique.	0,22	0,50	0,48	1,17	0,36	0,38	0,26

Tous ces minerais appartiennent à la partie inférieure du terrain des marnes oxfordiennes qui présente, au nord-ouest du département de la Côte-d'Or, un immense développement. Ils sont formés d'oolites miliaires disséminées dans des bancs calcaires et marneux sur une hauteur d'environ 4 mètres à $4^m,50$, et concentrées surtout dans une couche d'une épaisseur moyenne de $1^m,20$, qui repose immédiatement sur l'assise supérieure du premier étage jurassique. On les distingue en *mine noire*, *mine grise* et *mine rouge*. La mine noire se trouve habituellement au centre des blocs de mine grise, ou bien elle forme des couches protégées par la superposition d'un banc de roche vive peu fissuré. La mine grise semble être le résultat d'une première altération de la mine noire; on remarque effectivement les exploitations de Latrecy et d'Étrochey que, dans le voisinage des failles, la mine noire est toujours transformée en mine grise, et cette dernière variété est presque constamment exploitée, à une petite distance de la surface du terrain, dans des points où l'action séculaire des agents atmosphériques a pu facilement s'exercer. La mine rouge, enfin s'exploite toujours à la superficie du sol; elle provient d'une sorte de remaniement, sur place, de la mine grise, et, comme M. Ebelmen l'a déjà fait remarquer dans la description d'un minerai d'une autre nature, elle a perdu, probablement pour alimenter les végétaux, une partie notable de l'élément calcaire qu'elle renfermait.

Ces trois espèces de mines sont mélangées de petits grains lenticulaires, magnétiques, dont M. Berthier a fait connaître la nature; la mine

rouge est la variété qui en contient la plus forte proportion; cette proportion s'élève quelquefois jusqu'à 2 p. 100 du poids de la mine lavée. Ces trois mines renferment aussi assez de matière organique pour les rendre fortement magnétiques, lorsqu'on les calcine en vase clos. Je ne crois pas, toutefois, que la couleur de la mine noire soit due à la présence d'une plus forte proportion de cette matière organique; je serais tenté plutôt d'attribuer cette différence d'aspect à un degré particulier d'oxydation du fer; le phénomène de la transformation de la mine noire en mine grise s'expliquerait alors par une plus complète oxydation du fer, ce serait un cas particulier de ce fait général observé dans l'étude géologique des calcaires de tous les étages jurassiques, et notamment de ceux du Corn-Brash, que leur couleur primitive paraît être le gris bleuâtre foncé, et qu'elle devient roussâtre par altération. Du reste, j'ai cherché à déterminer, dans ces trois variétés de mines, le degré d'oxydation du fer, en employant le procédé décrit par M. Ebelmen (*Annales des mines*, 3e série, t. XIV).

L'essai de 1 gramme de mine noire a donné une quantité de sulfate de baryte correspondant à :

Protoxyde de fer. . 0,10

L'essai de la mine grise a donné :

Protoxyde de fer. . 0,06

La mine rouge, privée de grains magnétiques, a paru ne contenir que du peroxyde de fer hydraté.

Ces minerais donnent tous, avec le nitre, la réaction du chrôme.

Tous, essayés à l'appareil de Marsh, ont donné de légères taches arsenicales.

Ils ont été aussi traités pour phosphore, par le carbonate de soude, au creuset de platine, après avoir été mélangés d'une petite quantité de silice bien porphyrisée, pour retenir l'alumine à l'état de silico-aluminate. Ils ont donné avec le muriate de chaux une liqueur légèrement louche indiquant la présence d'une très-minime quantité de phosphore.

(1) *Mine noire de Latrecy* (Haute-Marne). — Quelques parties sont sulfureuses, et cette mine ne peut que gagner à subir une longue exposition à l'air; elle se conduit un peu dans les hauts-fourneaux à la manière des scories de forges, aussi l'adoption de l'air chaud a-t-elle été très-favorable à l'emploi d'une plus forte proportion de cette mine dans le lit de fusion. A l'air froid, on ne pouvait en introduire que $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ du poids de chaque charge; à l'air chaud, cette proportion s'est élevée jusqu'à $\frac{3}{5}$, résultat avantageux, car cette mine revient aux maîtres de la vallée de l'Aube à un prix beaucoup moins élevé que toutes les mines extraites sur le territoire de la Côte-d'Or.

(2) Mines grises de Latrecy.
(3) Mines rouges de Latrecy.
(4) Mines grises de Courban.
(5) Mines rouges de Courban.
(6) Mines grises de Prusly.
(7) Mines rouges de Louesmes.

Toutes ces mines ont donné à l'essai des culots de fonte blanche un peu truitée, s'aplatissant légèrement sous le marteau avant de se rompre, et des scories de couleur grisâtre, bien fondues, recouvertes d'une légère pellicule de titane.

8° *Analyses de diverses cloches.*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Cuivre. .	0,7752	0,7878	0,7856	0,8284	0,8296	0,7972	0,7714
Étain. . .	0,2154	0,2122	0,2076	0,1620	0,1624	0,2028	0,2286
Plomb. .	0,0094	traces.	0,0068	0,0096	0,0080	»	»
Totaux. .	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) Ancienne cloche de Daix.
(2) *Id.* d'Arc-sur-Tille.
(3) *Id.* de Norges.
(4) *Id.* d'Arcenant.
(5) *Id.* d'Essey.
(6) Nouvelles cloches de Lamotte-Tornant et Saint-Rémy, fondues dans la même opération.
(7) Nouvelles cloches de Norges, Arc-sur-Tille et Véronnes provenant d'une même fonte.

Les analyses du bronze des anciennes cloches ont toujours eu pour but de servir de bases aux devis de refonte, et celles des nouvelles cloches, de constater si le fondeur s'était soumis aux conditions de ces devis.

LABORATOIRE D'ANGERS (Maine-et-Loire), dirigé par M. l'ingénieur des mines CACARRIE.

Analyse microscopique et chimique de roches recueillies dans le département des Deux-Sèvres.

On trouve dans le département des Deux-Sèvres, soit dans les terrains schisteux, soit dans le

granite, des roches particulières, dont la couleur varie depuis le vert d'herbe un peu jaunâtre jusqu'au vert noirâtre. Ces roches sont très-tenaces, mais leur dureté est faible, leur cassure est esquilleuse.

Gisement. Le mode de gisement de ces roches se présente sous deux aspects différents : dans le premier, elles forment des filons en relation avec des filons de granite d'une nature particulière. Le feldspath de ce granite est d'un blanc nacré, translucide, le quartz peu abondant; le mica noir ou bronzé; en pulvérisant cette roche et l'examinant au microscope avec un grossissement de 25 à 30 diamètres, on remarque quelques lamelles présentant trois clivages, ce qui indiquerait de l'hypersthène. Les cristaux de feldspath présentent quelquefois, mais rarement, les macles de l'albite; traités par les acides après porphyrisation, ils ne laissent qu'un résidu inappréciable. Ainsi, l'élément feldspathique dominant est l'orthose avec un peu d'albite, et probablement un peu de labrador. Les filons de ce granite accompagnent ordinairement les filons de la roche verte, perçant un granite commun qui forme la masse générale du terrain. On trouve aussi dans les terrains schisteux des filons de roche verte souvent accompagnés de porphyres pétro-siliceux.

Le second état de la roche que nous décrivons affecte une forme schisteuse; parfois, près des filons, elle a été injectée dans les fentes, et alors elle prend une structure schistoïde analogue à celle que l'on remarque dans certains porphyres qui bordent le terrain houiller de la Basse-Loire ; enfin, dans le terrain schisteux, on trouve des veines de roche verte passant au gneiss ou au schiste argileux ordinaire.

Ces roches présentent à la vue simple une agrégation confuse de deux éléments, l'un blanc, l'autre vert ou vert noirâtre; en regardant à la loupe une esquille mince, on reconnaît que le minéral blanc est translucide, et qu'il contient, disséminés, de petits cristaux opaques. Les minéraux accidentels sont rares dans ces roches; nous n'avons même pu trouver que de petits cristaux de fer sulfuré dans un petit nombre d'échantillons.

On regardait ces roches comme contenant de l'amphibole, et on les avaient désignées sous le nom d'*amphibolites*; pourtant, en les examinant avec soin à la loupe, et les essayant au chalumeau, nous avons trouvé que l'élément noir ne présentait que des traces équivoques de fusion, et par conséquent, ce ne pouvait être de l'amphibole; ces roches avaient donc été mal nommées, et il était nécessaire d'en faire un examen aussi complet que le permettait leur structure pour en déterminer la nature et la composition.

Nous avons examiné principalement six échantillons; les nos 1, 2 et 3 proviennent des filons dans le granite commun, situés au nord de Bressuire; les nos 4 et 5 ont été pris dans des filons accompagnés du granite que nous avons décrit près de Parthenay-le-Vieux; le no 6 provient des environs de Bressuire.

N° 1. Au microscope, on distingue dans la poudre provenant de cet échantillon des grains blancs, transparents, contenant beaucoup de petites paillettes noirâtres opaques. Ces grains ont un aspect légèrement vitreux; en examinant leur forme, on voit qu'ils ont en général des cassures rectilignes nettes, des angles vifs; outre ces in- Examen au microscope et au chalumeau.

dices de cristallisation, on remarque que les fragments se groupent, figurant de croisements analogues à ceux de l'orthose. Les plus petits grains blancs contiennent des paillettes opaques; celles-ci ne forment pas un seul fragment isolé. Dans la masse, on croit pourtant distinguer de petits nids de l'élément noir; cette apparence est produite par une plus grande agglomération de paillettes noires disséminées cependant dans l'élément blanc. Au chalumeau, les parties blanches fondent en émail gris un peu difficilement; les parties contenant des paillettes noires donnent de l'émail noir.

N° 2. Cet échantillon vient du même filon que le précédent; seulement, les grains opaques sont en plus grande quantité, l'on éprouve plus de peine à les fondre au chalumeau, et d'autant plus que l'élément blanc est moins abondant.

N° 3. Au microscope, même aspect que les précédentes; l'élément opaque est abondant; on voit quelques grains de très-petite dimension, d'un éclat vitreux, de couleur jaune d'or.

N° 4. Cet échantillon a l'aspect plus homogène que les autres; sa cassure est plus lisse; au microscope, on voit qu'il est composé de grains blancs vitreux, et de beaucoup de grains opaques en mélange intime. Au chalumeau, les parties blanches les plus pures fondent assez facilement en émail gris.

N° 5. Cet échantillon, recueilli dans un gisement semblable à celui du n° 4, est celui dans lequel les éléments sont le mieux séparés; au microscope, les grains blancs ont un aspect cristallin prononcé; ils fondent en émail blanc un peu moins facilement que dans l'échantillon précé-

dent; les paillettes opaques donnent à peine des traces de fusion, elles se laissent rayer avec facilité.

N° 6. Dans cet échantillon, les grains opaques sont disséminés dans une pâte formée d'un mélange intime des deux éléments; en essayant ces grains au chalumeau, les uns fondent à peine, d'autres, au contraire, fondent avec facilité en émail noir.

L'examen que nous venons de faire nous donne déjà des indications sur la nature de ces roches; l'élément blanc appartient au feldspath; l'absence des macles, ainsi que la forme des cristaux, montrent que ce n'est pas de l'albite; pour les grains noirs, il est évident que la presque totalité des grains contenus dans les cinq premiers échantillons ne peut être de l'amphibole; la fusion facile de quelques grains du n° 6 paraîtrait annoncer la présence de ce minéral dans le dernier échantillon.

L'analyse chimique peut seule nous apprendre, d'une manière certaine, quelle est l'espèce feldspathique qui se trouve dans ces roches, et nous montrer la nature du minéral vert ou noirâtre disséminé dans la pâte feldspathique. Cette recherche présente pourtant de grandes difficultés, car le mélange des deux éléments est tellement intime, que l'on peut à peine trouver des points blancs purs; l'échantillon n° 5 est le seul qui nous ait permis de détacher des fragments qui ne contenaient que des traces de l'élément opaque. Pourtant en choisissant avec soin les parties les plus pures, nous sommes parvenus, après un triage laborieux à la loupe, à nous procurer une quantité suffisante pour l'analyse. Ayant reconnu que la

matière porphyrisée était à peu près inattaquable par les acides, nous avons eu recours au carbonate de baryte.

Analyse. 1 gramme de la substance à analyser a été porphyrisé avec soin et mélangé intimement avec 5 gr. de carbonate de baryte; on a placé le mélange dans un creuset de platine introduit lui-même dans un creuset de terre, et l'on a chauffé fortement. On a mis la matière refroidie à digérer avec de l'acide hydrochlorique étendu; lorsqu'elle a été complétement décomposée, on a évaporé à sec, puis redissous le résidu et séparé la silice comme à l'ordinaire; on a obtenu 0,628 de silice.

On a précipité la baryte dans la liqueur filtrée au moyen de l'acide sulfurique; après avoir séparé le sulfate de baryte, on a neutralisé la liqueur par de l'ammoniaque; quelques gouttes d'hydrosulfate d'ammoniaque ont donné un précipité gélatineux, ferrugineux; on l'a recueilli, desséché et calciné; il pesait 0,184. On a redissous le tout dans l'acide muriatique concentré, et l'on a séparé l'alumine du fer au moyen de la potasse; le résidu d'oxyde de fer était très-faible; on a obtenu 0,177 d'alumine, d'où, par différence, 0,007 d'oxyde de fer.

Dans la liqueur contenant en dissolution les terres et les alcalis, on a précipité la chaux au moyen de l'oxalate d'ammoniaque; on a trouvé ainsi 0g,002 de chaux.

On a évaporé à sec la liqueur filtrée, en ménageant le feu avec soin, afin de prévenir les pertes qu'aurait pu causer le sulfate d'ammoniaque; après l'expulsion des sels ammoniacaux, on a ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique, et

donné un coup de feu pour chasser l'excès d'acide. Le résidu ainsi obtenu pesait 0g,371 ; on l'a dissous dans l'eau et précipité l'acide sulfurique par l'acétate de baryte, la liqueur filtrée a été évaporée à sec, le résidu calciné, afin de changer les acétates en carbonates; en reprenant par l'eau, on a dissous les carbonates alcalins et laissé les carbonates de baryte et de magnésie. Par l'acide sulfurique, on a séparé la magnésie de la baryte; le sulfate de magnésie obtenu pesait 0g,083, correspondant à 0g,028 de magnésie. Pour s'assurer si l'alcali séparé n'était que de la potasse, on a décomposé le carbonate alcalin séparé des terres par l'acide muriatique; on a évaporé à sec et dosé le résidu, qui pesait 0g,248, correspondant à 0g,156 de potasse. On a dissous le chlorure dans très-peu d'eau, ajouté du chlorure de platine et évaporé presque à sec. En traitant par l'alcool à 25°, on a laissé le chlorure de platine et de potassium non dissous; ce résidu, desséché et pesé, a donné 0g,818 de chlorure double, qui correspondent à 0g,2471 de chlorure de potassium, c'est-à-dire, le même poids qu'on avait trouvé; pourtant en évaporant la liqueur alcoolique dans une capsule de verre, on a reconnu des traces de chlorure double de platine et de sodium.

En réunissant ces données de l'analyse, on trouve :

	gr.
Silice.	0,628
Alumine.	0,177
Peroxyde de fer.	0,007
Chaux.	0,002
Magnésie.	0,028
Potasse.	0,156
Soude.	traces.
	0,998

Pour arriver à la vraie signification de cette analyse, nous devons tenir compte de l'élément opaque qui se trouvait en petite quantité, il est vrai, mais qui existait cependant dans la matière analysée de manière à modifier le résultat. La présence de la magnésie nous a confirmés dans la supposition que ce minéral pourrait bien être du talc; alors, en faisant abstraction de la magnésie, de l'oxyde de fer, et calculant la quantité de feldspath, en supposant que ce soit de l'orthose, nous aurons :

			En ramenant à l'unité.	
Feldspath orthose.	Silice. . . .	594	645	1000
	Alumine. .	169	185	
	Potasse. . .	156	170	
Résidu.	Silice. . . .	34	425	1000
	Alumine. . .	8	95	
	Oxyde de fer.	7	85	
	Chaux. . . .	2	25	
	Magnésie. .	28	370	
		998		

Le résultat de cette opération nous donne un résidu dont la forme se rapproche beaucoup de celle du talc.

Ainsi, ces roches dites *amphibolites* ne seraient qu'un mélange intime de feldspath et de talc, contenant parfois, mais rarement, de l'amphibole. Les échantillons dont nous avons donné l'étude microscopique, ainsi que celui que nous avons analysé, appartiennent aux roches éruptives. Les roches schisteuses dont nous avons parlé ayant été soumises au même examen, nous ont présenté une identité complète au microscope et au chalumeau; mais le mélange des éléments est tellement intime, qu'il a fallu renoncer à en faire

l'analyse chimique; le talc est ordinairement plus abondant dans les roches schisteuses que dans celles d'éruption; on trouve même parfois au milieu des schistes des amandes qui en sont presque complétement composées, et que l'on pourrait tailler comme les pierres ollaires.

LABORATOIRE DE VESOUL (Haute-Saône), dirigé par M. l'ingénieur des mines DROUOT.

Essai de trois minerais de fer pisiformes du département de la Haute-Saône, et de deux minerais de fer oolithiques du département du Doubs.

DÉSIGNATION des PRINCIPES CONSTITUANTS.	DÉSIGNATION DES MINERAIS, et proportion des principales matières constituantes.				
	Saulnot. (1)	Les Aubry, comᵉ de Neuvelle. (2)	Neuvelle. (3)	Bournois. (4)	Rougemont. (5)
Perte au feu : eau, oxygène, acide carbonique .	0,082	0,122	0,158	0,210	0,230
Silice et quartz.	0,384	0,358	0,154	0,188	0,092
Alumine.	0,022	0,096	0,104	0,078	0,016
Magnésie.	trace	néant	néant	0,004	8,004
Chaux.	0,028	néant	néant	0,116	0,140
Chrôme.	trace	trace	trace	trace	trace
Oxyderouge de manganèse.	0,004	0,012	0.008	0,014	0,014
Peroxyde de fer.	0,480	0,412	0,576	0,390	0,474
Totaux. . . .	1,000	1,000	1,000	1,001	1,000
Rendement en fer p. o/o.	33	28	39	27	32

Les échantillons de ces minerais ont été remis au laboratoire par le directeur du haut-fourneau de Fallon, M. Legrand, qui désirait les faire essayer pour connaître leur teneur en fer métallique et surtout la nature et la proportion des matières vitrifiables, afin de les assortir convenablement pour la composition des charges.

(1) *Minerai en roche de Saulnot, arrondissement de Lure (Haute-Saône).* — Fer oligiste compacte avec veines minces de chaux carbonatée spathique. Ce minerai donne une poussière rouge et très-dure, dont quelques petits grains sont attirables au barreau aimanté, ce qui dénote la présence d'une petite quantité de protoxyde de fer ; on le trouve en filons dans un porphyre subordonné au terrain de transition.

Deux variétés de ce minerai ont été analysées en 1838, par M. l'ingénieur en chef Thirria, qui n'y a pas trouvé d'acide phosphorique.

Le minerai de fer de Saulnot donnait autrefois des fers ductiles de bonne qualité ; mais actuellement les parties du gîte riches et exploitables sont à peu près épuisées. Ce minerai était autrefois exploité pour les hauts-fourneaux de Saint-George, du Magny, de Chagey et d'Audincourt ; il rendait alors jusqu'à 45 p. o/o en fer, mais maintenant il est beaucoup plus impur et n'est plus employé que dans le haut-fourneau de Fallon, comme étant siliceux et facilitant la fusion des autres minerais où l'alumine domine. L'ingénieur soussigné, qui a vu la masse des approvisionnements de ce haut-fourneau, pense que l'échantillon remis au laboratoire a été choisi par le directeur parmi les plus riches.

Ce minerai étant siliceux devrait être mélangé

avec du calcaire magnésien (de la dolomie des marnes irisées par exemple), si on voulait le fondre seul.

(2) *Minerai pisiforme du lieu dit les Aubry, commune de Neuvelle-la-Charité, arrondissement de Vesoul (Haute-Saône).* — En grains tuberculeux, mal arrondis, dont le diamètre varie de 0^m,001 à 0^m,015. Quelques-uns de ces grains donnent une poussière rouge dénotant la présence du peroxyde de fer non hydraté ; d'autres donnent une poussière noire annonçant la présence du peroxyde de manganèse ; la plupart donnent une poussière jaunâtre ; la masse en donne une d'un brun jaunâtre ; quelques-uns des plus petits grains sont attirables au barreau aimanté, ce qui dénote la présence d'une certaine quantité de silicate de protoxyde de fer.

Le minerai renferme une proportion d'alumine convenable par rapport à la silice ; il pourrait être fondu seul avec du carbonate de chaux pur.

(3) *Minerai pisiforme dit de Neuvelle, extrait sur le territoire de la même commune que le précédent.* — En grains assez bien arrondis, dont le diamètre atteint rarement 0^m,01 et le plus souvent très-petits ; quelques-uns donnent une poussière rouge, et d'autres une poussière noire, dénotant la présence du peroxyde de fer non hydraté et du peroxyde de manganèse ; la plupart, comme la masse, donnent une poussière d'un brun jaunâtre clair. Quelques-uns des petits grains sont attirables au barreau aimanté, ce qui dénote la présence du silicate de protoxyde de fer.

Ce minerai renferme une proportion d'alumine beaucoup trop forte par rapport à la silice. Il doit être mélangé avec des minerais silioeux, tels que celui

précité de Saulnot, par exemple, et de la castine.

Ces deux derniers minerais appartiennent à la formation géologique tertiaire d'eau douce; ils renferment très-probablement du phosphore et de l'arsenic qui nuiraient à la qualité de fer ductile, c'est du moins ce que l'on doit supposer par analogie, et d'après les recherches faites sur d'autres minerais extraits dans les environs de la commune de Neuvelle.

(4) *Minerai hydroxydé oolitique en roche de Bournois, arrondissement de Beaume-les-Dames (Doubs).* — En grains très-fins de $0^m,001$ de diamètre au plus, et réunis par un ciment ferrugineux, de manière à constituer une masse oolithique d'un brun rougeâtre; la poussière est un peu plus jaunâtre que la masse. Quelques grains de la poussière sont attirables au barreau aimanté, ce qui dénote la présence du silicate de protoxyde de fer; on remarque dans ce minerai quelques veines de chaux carbonatée spathique et quelques tests de coquilles.

(5) *Minerai hydroxydé oolithique en roche de Rougemont, arrondissement de Beaume-les-Dames (Doubs).* — En grains très-fins de $0^m,001$ de diamètre au plus, agglutinés par un ciment ferrugineux; la masse est traversée par des veinules de chaux carbonatée spathique, on y remarque aussi des tests de coquilles. Cette masse est d'un brun rougeâtre, sa poussière est plus jaunâtre; quelques particules de cette poussière sont attirables au barreau aimanté.

Observations. — Ces deux derniers minerais forment une couche subordonnée à la partie inférieure du terrain jurassique jusque au contact des marnes du Lias. On y remarque quelques par-

ties plus noires que le reste de la masse, et qui paraissent devoir leur couleur à du bitume.

Il est à croire qu'ils renferment du carbonate de protoxyde de fer, ainsi que du phosphore et de l'arsenic ; à en juger du moins par les analyses faites sur des échantillons de la même couche pris dans d'autres localités.

Les cinq minerais présentés sont employés dans le haut-fourneau de Fallon, pour la préparation de la fonte de moulage en première ou deuxième fusion ; et comme le phosphore et l'arsenic, qui même en très-petite quantité pourraient nuire à la qualité des fers ductiles, n'altèrent pas notablement celle des fontes de moulages, je n'ai pas cru devoir rechercher ces deux substances.

Dans ces essais, les minerais ont été traités par l'acide hydrochlorique concentré et bouillant. La liqueur a été précipitée à froid par l'ammoniaque pure, ensuite par l'oxalate d'ammoniaque à chaud, et enfin traitée par le carbonate de potasse évaporé à siccité pour obtenir le carbonate de magnésie. Le résidu argileux, insoluble dans l'acide hydrochlorique, ainsi que le précipité ammoniacal renfermant les oxydes de fer, de manganèse et de l'alumine, ont été attaqués par la potasse au creuset d'argent pour le dosage de cette dernière substance ; la présence du chrôme a été constatée par la couleur jaune que prenait l'eau dans laquelle on délayait les oxydes après les avoir attaqués à la potasse. La chaux a été recherchée directement en traitant le minerai par l'acide acétique, parce que l'ammoniaque (même lorsqu'elle est exempte de carbonate) en précipite une quantité notable entraînée par les oxydes de fer, de manganèse et l'alumine.

Analyse de quatre minerais de fer pisiformes du département de la Haute-Saône.

NATURE des PRINCIPES CONSTITUANTS.	DÉSIGNATION DES MINERAIS, et proportion des principes constituants.			
	Com^e d'Auvet. lieu dit Les Devis. (1)	Com^e d'Auvet lieu dit De la Chapelotte. (2)	Com^e de Baze, lieu dit La Vaivre. (3)	Com^e de Baze, lieu dit Champ Marchal. (4)
Protoxyde de fer.	0,394	0,560	0,536	0,582
Oxyde rouge de manganèse. . . .	0,006	0,002	néant	0,002
Acide phosphorique.	néant	néant	traces très-faibles	traces très-faibles
Acide arsénique.	néant	néant	néant	traces notables
Oxyde vert de chrôme.	traces faibles	0,002	traces	traces
Eau, oxygène et acide carbonique.	0,122	0,156	0,142	0,162
Chaux.	0,028	0,006	néant	traces
Alumine.	0,080	0,076	0,140	0,104
Silice et quartz.	0,370	0,194	0,182	0,150
Totaux.	1,000	0,[illegible]6	1,000	1,000
Rendement en fer métallique pour 100 parties de minerai. . . .	27	39	37	40

Ces minerais ont été analysés par les procédés

suivis l'an dernier et décrits dans les présentes Annales, 4e série, tome 1, pag. 689 et suivantes. Le seul changement apporté dans le mode d'opérer, consiste à chauffer le creuset d'argent dans lequel on fait les attaques à la potasse, sur une lampe à esprit de vin et à double courant d'air, au lieu de le placer dans un foyer au milieu des charbons. Ce nouveau mode d'opérer, cité depuis longtemps dans la Chimie de M. Berzélius, offre le double avantage d'être beaucoup moins fatigant que le second pour l'opérateur et de ne présenter aucun danger de fusion pour le creuset.

Les deux premiers minerais ont été remis au laboratoire de chimie, par M. Petitguyot, qui les emploie dans son haut-fourneau de Bley, commune d'Auvet; les deux autres ont été remis par M. de Buyer, propriétaire exploitant du haut-fourneau de Vy-le-Ferroux, qui désirait les essayer avant de les employer; les quatre appartiennent au terrain tertiaire d'eau douce.

(1) *Minerai du lieu dit les Devis, commune d'Auvet, arrondissement de Gray (Haute-Saône).* — En grains, pour la plupart arrondis, et dont la grosseur varie depuis celle d'un grain de millet jusqu'à celle d'un pois. On y remarque de nombreux morceaux tuberculeux, dont le diamètre ne dépasse pas $0^m,01$; les grains ronds et les morceaux sont assez souvent brisés. La plupart des grains donnent une poussière brun jaunâtre; quelques-uns en donnent une rougeâtre et d'autres une noirâtre; ces deux dernières couleurs dénotent la présence du peroxyde de fer non hydraté et du peroxyde de manganèse; la poussière de la masse est elle-même d'un brun jaunâtre; quelques grains sont attirables au barreau aimanté. La partie cen-

trale de la plupart des grains paraît plus argileuse que le reste de la masse.

Ce minerai est mélangé d'un très-petit nombre de fragments anguleux d'un calcaire blanc et compacte, et de fragments de tests de coquilles fossiles : aussi fait-il effervescence avec les acides. Avec l'acide hydrochlorique il donne une quantité notable de chlore.

Il appartient au terrain tertiaire d'eau douce, mais il paraît avoir été remanié postérieurement à sa formation; il est exploité à ciel ouvert. Trois mètres cubes de minerai brut donnent un mètre cube de minerai lavé prêt à être fondu.

Ce minerai étant mélangé de quelques tests de coquilles doit renfermer du phosphore, quoiqu'on n'en ait pas trouvé en quantité pondérable. Néanmoins, les fontes du haut-fourneau dans lequel on le traite sont estimées autant pour la fabrication du fer ductile que pour la deuxième fusion.

Ce minerai ne renfermant pas même 21 d'alumine pour 100 d'acide silicique, peut être fondu avantageusement avec des minerais alumineux.

(2) *Minerai du lieu dit la Chapelotte, même commune que le précédent.* — En grains généralement ronds, dont la grosseur varie depuis celle d'un grain de millet jusqu'à celle d'un fort pois; on y trouve aussi quelques morceaux tuberculeux dont le diamètre atteint quelquefois 0^m,02. Quelques-uns des grains et des morceaux sont brisés; presque tous les grains ou morceaux présentent à leur centre une partie argileuse mais moins abondante que dans le minerai précédent. Leur cassure est d'un brun jaunâtre, la masse donne également une poussière jaunâtre; les grains

attirables au barreau aimanté sont généralement petits et en faible proportion.

Ce minerai est mélangé d'un très-petit nombre de fragments anguleux d'un calcaire blanc et compacte ; on n'y remarque pas de fragments de coquilles fossiles.

Il appartient au terrain tertiaire d'eau douce ; il est exploité par petits puits de 2 à 4 mètres de profondeur. 3 mètres cubes de minerai brut donnent généralement 1 mètre cube de minerai lavé prêt à être fondu.

Ce minerai ne fait que faiblement effervescence avec les acides ; avec l'acide hydrochlorique il ne donne même à l'aide de la chaleur qu'une faible odeur de chlore.

Ce minerai renfermant 39 d'alumine pour 100 d'acide silicique pourrait être fondu seul avec addition de castine. Il a été dit précédemment que *le* haut-fourneau de Bley, dans lequel on le fond, fournit des fontes qui ne sont pas moins estimées pour l'affinage que pour la deuxième fusion. Ces fontes sont connues dans le commerce sous le nom de fontes de Comté.

(1) *Minerai du lieu dit la Vaivre, commune de Raze, arrondissement de Vesoul.*—En grains imparfaitement ronds, mais cependant plus ronds que ceux du minerai suivant ; la plupart sont petits, mais d'autres en assez grand nombre ont un diamètre dépassant $0^m,01$, quelques-uns sont réunis par une argile blanchâtre. Ces grains sont tous formés de couches concentriques ; la masse donne une poussière jaunâtre ; quelques-uns en donnent une rouge ; aucun n'en donne de noire ; aucun n'est attirable par le barreau aimanté.

Ce minerai n'est mélangé d'aucun fragment de

calcaire; il ne fait pas effervescence avec les acides et ne donne pas d'odeur de chlore avec l'acide hydrochlorique.

Comme il ne renferme pas de traces d'arsenic, et qu'il ne contient pas une quantité pondérable de phosphore, il doit donner de la fonte d'affinage de bonne qualité, mais pour le fondre facilement on doit le mélanger avec des minerais siliceux, parce qu'il renferme une proportion d'alumine considérable relativement à celle de la silice.

(4) *Minerai du lieu dit le Champ-Marchal, même commune que le précédent.* — En grains tuberculeux, généralement petits et dont le diamètre ne dépasse jamais 0m,01. Ces grains, formés de couches concentriques, donnent une poussière généralement jaunâtre, quelquefois rouge et jamais noire, ce qui dénote la présence d'une certaine quantité de peroxyde de fer non hydraté, et la faible proportion du peroxyde de manganèse; quelques-uns des plus petits grains sont attirables au barreau aimanté.

Ce minerai est mélangé de quelques fragments de calcaire compacte très-petit et en très-faible proportion; il fait effervescence avec les acides et donne du chlore avec l'acide hydrochlorique.

Comme il renferme une quantité notable d'arsenic, bien qu'il ne contienne pas une quantité pondérable de phosphore, il doit donner des fontes d'affinage de médiocre qualité. La proportion de l'alumine, quoique moins forte que celle du précédent, l'est cependant encore trop relativement à celle de la silice, et pour rendre la fusion facile, il convient de le mélanger avec d'autres minerais siliceux en ajoutant de la castine au mélange.

LABORATOIRE D'ALAIS (Gard), dirigé par M. l'ingénieur des mines CACHON.

1° *Essai de la galène argentifère de Bluech et Pradal* (Lozère). — Le gîte de Bluech et Pradal est un puissant filon vertical de baryte sulfatée, dans lequel se trouve disséminée en plus ou moins grande abondance la galène argentifère. Ce filon a été concédé, en 1840, à une société qui doit, au premier jour, reprendre de vieux travaux de reconnaissance, dont la date remonte à plus de 50 ans.

La gangue est dure et cristalline, la galène brillante et à très-petits grains. Elle se trouve répartie dans la masse en veinules ou en petits amas irréguliers. Un échantillon de ce minerai a été soumis aux trois essais suivants :

15 grammes de minerai brut fondus en creuset découvert avec 60 gr. de carbonate de soude ont produit un culot de plomb de 8,60; ce culot, passé à la coupelle, a laissé un bouton d'argent pesant 0,055, ce qui représente une richesse de 5 onces 5 gros 60 grains au quintal, pour le schlich brut, et de 10 onces 46 grains pour le plomb obtenu.

En fondant ensemble 20 grammes de minerai brut, 40 de carbonate de soude et 6 de nitre, on a eu un culot de plomb de 11gr,60, qui a donné un bouton d'argent de 0,0767 : soit 6 onces 1 gros 3 grains au quintal du schlich brut, et 10 onces 4 gros 34 grains pour le plomb.

Le même essai refait sur 20 autres grammes de minerai a donné 10,50 de plomb, et ensuite 0,067 de fin ; soit 5 onces 4 gros 22 grains pour la richesse du schlich brut, et 10 onces 46 grains pour celle du plomb.

Les résultats précédents, qui sont assez concordants, assignent une teneur considérable à l'échantillon essayé.

2° *Essai de la galène argentifère de Mayres* (Ardèche). — Le minerai de Mayres est une galène grise à facettes assez grandes, renfermée dans une gangue de baryte sulfatée. On le voit sur les lieux former deux filons verticaux d'une épaisseur assez considérable. L'échantillon essayé a été pris sur le filon du nord. On y distingue çà et là, au milieu de la masse, quelques cristaux de pyrite de fer.

On a fondu ensemble

50 gr. de minerai brut,
50 de litharge,
40 de nitre;

et l'on a obtenu un culot de plomb de 21,8. Passé à la coupelle, il a laissé 0,0225 de fin; ce qui représente une richesse de 5 gros 44 grains au quintal pour le schlich brut.

3° *Essais de la galène argentifère de Saint-Sébastien* (Gard). — Le gisement de la galène de Saint-Sébastien consiste en une couche de grès de 2 à 3 mètres de puissance : ce grès est à grains variables de grosseur, et renferme, inégalement distribuée, la galène argentifère à petites facettes; tantôt le quartz y est en noyaux considérables, dont les interstices sont remplis de galène et de quartz plus ou moins fin; tantôt il est à petites dimensions, et tellement compacte, qu'on y distingue à peine la galène qui s'y trouve.

L'échantillon à essayer a été pulvérisé, et 40 gr. en ont été lavés à l'augette avec beaucoup de soin. Le résidu en schlich a pesé 14,25, soit 28,50 p. 100. On y distinguait quelques grains de

blende et de pyrite. Cette teneur de l'échantillon en schlich pur est certainement bien au-dessus de la teneur moyenne du minerai.

On a passé directement à la coupelle, avec une feuille de plomb pauvre, 10 gr. de ce schlich pur. Ils ont donné un bouton pesant 0,042, ce qui indique pour le schlich pur une teneur de 6 onces 5 gros 55 grains au quintal.

On a fondu ensuite ensemble :

20gr.	de minerai brut,
40	de carbonate de soude,
6	de nitre.

Le culot produit pesait 4,82. Il a laissé à la coupelle un bouton de 0.0285, soit pour le schlich brut, une teneur de 2 onces 2 gros 11 grains au quintal.

Ce résultat est supérieur à celui qu'on déduirait du premier essai, en calculant la richesse du schlich brut d'après son rendement de 28,5 p. 100 en schlich pur. Cette différence indiquerait que la gangue du lavage a une certaine teneur en argent. Pour le vérifier, j'ai fondu cette gangue avec 20 p. de litharge, ce qui m'a donné 2,20 de plomb et 0,0003 d'argent, ou 3 gros 60 grains au quintal.

4° *Essai pour argent du sulfure d'antimoine de la Coupelle* (Lozère). — Le sulfure d'antimoine de la Coupelle est d'un noir mat prononcé. Il forme de nombreux filons, d'où l'on peut l'extraire en masses complétement débarrassées de gangue. C'est un échantillon de cette espèce qu'on a essayé pour argent.

50 gr. ayant été fondus avec 100 de litharge et 80 de nitre, ont donné 2,84 de plomb et 0,0025

d'argent, soit, pour le sulfure d'antimoine, une teneur de 0,00005 ou de 46 grains au quintal.

5° *Essai du lignite des Rosiers* (Lozère). — Depuis fort longtemps, les habitants des communes des Rosiers (Lozère) et de Peyrelau (Aveyron) exploitent une couche de lignite non concédée qui est intercalée au milieu des calcaires jurassiques, à la jonction des deux rivières du Tarn et de la Zonte. Cette couche, dont l'épaisseur ne dépasse pas 0m,20, est surmontée d'un banc de schiste bitumineux de 0m,30 à 0m,40 de puissance, et cette circonstance en rend l'exploitation possible, sinon facile. Le lignite sert aux besoins de la localité; il est même expédié à Meyracis, où les maréchaux le brûlent dans leurs forges. Le schiste bitumineux est utilisé pour la cuisson de la chaux. Voici les résultats de deux essais faits sur ce charbon.

Le premier a donné :

Coke.	52,40	Cendres. .	1,7
		Charbon. .	50,7
Matières volatiles. .	47,60		
	100,00		

et le second :

Coke.	53,80	Cendres. .	4,7
		Charbon. .	49,1
Matières volatiles. . .	46,20		
	100,00		

Comme on le voit, ce lignite renferme très-peu de cendres. Elles sont blanches et légères. Le coke est gris-noir et un peu boursouflé.

6° *Essais de six qualités de houille de la concession du Bousquet d'Orb* (*bassin de Graissessac*). — Les couches exploitées dans la conces-

sion du Bousquet d'Orb sont au nombre de quatre, désignées par les n°s 2, 3, 5 et 6. La cinquième couche est partagée en deux autres, de qualités différentes, par un banc de grès schisteux de 0^{m},20 d'épaisseur; la couche du toit donne de la houille de bien meilleure qualité que celle du mur.

Pour les usages de l'industrie, la houille de la couche n° 3 est la meilleure; c'est la seule qui soit employée par les maréchaux; vient ensuite la cinquième (couche du toit), qui fournit du charbon de grille pour le chauffage des chaudières de teinture et des chaudières à vapeur pour le lustrage des draps. Les houilles de la deuxième et de la cinquième (couche du mur) ne sont livrées au commerce que pour la cuisson de la pierre à chaux. La houille de la sixième couche est uniquement employée, soit seule, soit mélangée avec la deuxième ou la cinquième (du mur), par la verrerie du Bousquet appartenant aux concessionnaires des mines.

L'essai de ces houilles a été fait en opérant sur 2 grammes qu'on a carbonisés dans un creuset de platine fermé; on a ensuite incinéré 1 gramme de coke. On a complété les essais en fondant 1 gramme de houille avec 20 grammes de litharge, ainsi que l'indique M. Berthier dans son Traité des essais par la voie sèche. Voici quel a été le résultat de ces essais :

(Voir le tableau ci-contre.)

DÉSIGNATION des HOUILLES.	Matières volatiles.	Coke.	CENDRES		Charbon.	SANS CENDRES.		Plomb obtenu avec la litharge.
			p. 100 de coke.	p. 100 de houille.		Matières volatiles.	Charbon.	
							(1)	gr.
Houille n° 2.	17	83	32	26,5	56,5	23,1	76,9	21,55
—n° 3.	19	81	4,5	3,5	77,5	19,6	80,4	31,25
—n° 5_1 (couche du toit.)	16	84	16	13,5	70,5	18,5	81,5	27,21
—n° 5_2 (couche du mur.)	15	85	18	15,4	69,7	17,7	82,3	22,00
—n° 6.	18,5	81,5	20	16,3	65,2	22,1	77,9	26,40
Mélanges des couches 2, 5_2 et 6.	18	82	23	18,9	63,1	22,2	77,8	25,77

(1) Pour 1 gr. de houille.

La houille n° 3, qui est la plus pure, donne seule un coke agglutiné et légèrement boursouflé. Les cendres sont blanches. Les autres houilles donnent des cokes très-peu agglutinés, presque pulvérulents, dont les cendres sont d'un gris légèrement jaunâtre. Ces houilles sont donc peu ou point collantes, et ne contiennent point de pyrites.

Les résultats des essais, quant à la proportion de charbon et au pouvoir calorifique, s'accordent bien avec les usages connus des houilles.

Nota. Ces derniers essais ont été faits dans le laboratoire d'Alais par M. l'ingénieur Garella, avec la coopération de M. le garde-mines du département du Gard.

CONSIDÉRATIONS

Sur la puissance mécanique et la puissance calorifique de la vapeur. — Application à la saline de Dieuze.

Par M. J. LEVALLOIS, Ingénieur en chef des mines.

La vapeur et par conséquent le combustible qui sert à la produire portent en eux une puissance mécanique et une puissance calorifique.

L'effet d'un kilogramme de houille appliqué à produire de la vapeur, pour agir comme puissance mécanique, est d'autant plus grand que la vapeur est employée à une pression plus forte.

L'effet d'un kilogramme de houille appliqué à produire de la vapeur, pour agir comme puissance calorifique, est rigoureusement le même, suivant certains physiciens, quelle que soit la pression de la vapeur, ou tout au moins, suivant d'autres, sensiblement le même, dans les limites ordinaires de la pratique.

De là, il suit que la vapeur, en dégageant sa puissance mécanique, ne perd rien de sa puissance calorifique. Ainsi ces deux puissances peuvent être développées concurremment, et l'on n'a tiré tout le parti possible de la vapeur, que quand on l'a épuisée sous l'un et sous l'autre rapport. Il semblerait donc qu'on fait un emploi mal raisonné de la vapeur et du combustible, toutes les fois qu'on les utilise seulement pour la force motrice, ou seulement pour la chaleur qu'ils recèlent : à supposer, bien entendu, que l'on soit en position

de pouvoir appliquer simultanément l'une et et l'autre.

J'ai dit que l'effet mécanique d'un kilogramme de houille appliqué à produire de la vapeur était d'autant plus grand, que la pression de cette vapeur était plus forte; mais il faut se hâter de faire remarquer que cette augmentation d'effet est insignifiante quant aux machines qui sont pourvues d'un condenseur. Elle est notable au contraire, surtout dans les pressions basses, pour les machines sans condensation. Cela résulte évidemment de la forme de l'expression qui donne, dans le cas le plus général, la valeur de l'effet mécanique $1 + 2{,}303 \log. \frac{p}{p_1} - \frac{p'}{p_1}$, et dans laquelle p, p_1, p', désignent les pressions de la vapeur : 1° dans le cylindre au moment de l'admission; 2° dans le cylindre après la détente (s'il y en a); 3° dans le condenseur (1).

D'un autre côté, l'examen de cette même expression fait voir que l'effet mécanique de la vapeur est moindre dans les machines sans condenseur que dans celles où on condense, et comme d'ailleurs, d'après la remarque faite plus haut, l'effet calorifique est le même dans les deux cas, on serait conduit à conclure de là que, sous le rapport de l'économie du combustible, et en envisageant à la fois la vapeur sous ses deux faces, les machines sans condenseur et par conséquent les hautes pressions doivent être rejetées.

Mais les choses ne se présentent pas ainsi dans l'application.

(1) Morin. Aide-Mémoire de mécanique pratique, 2e édition, page 171.

C'est que, comme l'a fait remarquer M. l'ingénieur Varin (1), la chaleur qu'emporte avec elle la vapeur qui a fonctionné dans une machine à condenseur se trouve disséminée dans une grande quantité d'eau à 40 degrés (température de la condensation), et que de l'eau à cette température n'est susceptible que d'un usage très-restreint dans les arts; tandis que, sortant d'une machine sans condensation, cette même quantité de chaleur se trouve contenue dans de la vapeur à 100 degrés, que l'on peut facilement et fréquemment utiliser, pour porter des liquides ou des gaz à une température qui pourrait atteindre tout près de 100 degrés.

Ainsi, il résulte de cette circonstance : que pendant que les machines à condenseur doivent être préférées pour épuiser la vapeur de toute sa puissance mécanique, c'est au contraire aux machines sans condensation que l'on doit donner la préférence pour tirer de la vapeur toute sa puissance calorifique. On ne peut donc pas, d'une manière absolue, ni établir la supériorité, sous le rapport de l'économie du combustible, de l'un des genres de machines sur l'autre, ni affirmer, comme il avait apparu d'abord, que ce soit toujours faire un emploi mal raisonné de la vapeur, que de l'utiliser seulement pour sa force motrice ou seulement pour sa chaleur. Le calcul suivant, basé sur les formules usitées, va montrer dans quel cas cette assertion est bien fondée ou non.

Soient M et C les quantités de travail mécanique et de travail calorifique que l'on a à faire en même temps dans une usine.

---

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome X, page 450.

Soient p, p_1, p' les nombres qui expriment, en kilogrammes ou en atmosphères (en supposant, pour plus de simplicité, que la pression de l'atmosphère sur l'unité de surface est précisément égale à un kilogramme au lieu de $1^k,033$). Les pressions de la vapeur : 1° dans le cylindre, au moment de l'admission; 2° dans le cylindre après la détente (s'il y en a); 3° dans le condenseur.

Soit K un coefficient constant qui dépend de la force de la machine, de sa bonne exécution et de son état d'entretien.

Soit H l'effet calorifique dont un kilogramme de houille est susceptible.

Si nous supposons que la quantité de travail mécanique M soit celle que peuvent produire n kilogrammes de houille employés à faire de la vapeur à la pression p pour agir dans une machine sans condenseur, l'effet calorifique correspondant sera nH, et on aura :

$$M = n.100000K\left(1 + 2{,}303 \log\frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}\right). \quad (1)$$

Cela posé, deux cas peuvent se présenter.

Ou bien C sera égal ou supérieur à nH, ou bien C sera plus petit que nH.

Dans le premier cas, C = ou > nH.

Si l'on veut produire les deux natures de travail, au moyen d'un seul appareil, une machine sans condenseur, il faudrait brûler, pour activer cette machine, une quantité de houille exprimée par $\frac{C}{H}$.

---

(1) Morin. Aide-Mémoire, etc., page 174.

Si, au contraire, on produit les deux effets séparément, l'effet mécanique, au moyen d'une machine à condensation, et l'effet calorifique, en prenant directement de la vapeur sur une chaudière ; il faudra brûler pour le premier une quantité de houille égale à

$$n \times \frac{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}}{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{0{,}07}{p_1}}, \qquad (1)$$

à laquelle correspond en même temps (en supposant que l'on se serve de l'eau de condensation pour l'alimentation de la chaudière) un effet calorifique *utilisable* exprimé par

$$n \times \frac{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}}{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{0{,}07}{p_1}} \times \text{H} \times \frac{40}{550 + t}.$$

Partant, l'effet calorifique qui devra être obtenu par la vapeur directe ne sera plus que :

$$\text{C} - n \times \frac{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}}{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{0{,}07}{p_1}} \times \text{H} \times \frac{40}{550 + t},$$

lequel exige une quantité de houille représentée par

$$\frac{\text{C}}{\text{H}} - n \times \frac{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}}{1 + 2{,}303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{0{,}07}{p_1}} \times \frac{40}{550 + t},$$

(1) Morin. Aide-Mémoire, etc., page 171.
On a remplacé dans la formule p' par $0^k{,}07$, pression

en sorte que la dépense totale de houille dans cette deuxième hypothèse serait :

$$\frac{C}{H} + \left(\frac{1+2{,}303\log\frac{p}{p_1}-\frac{1}{p_1}}{1+2{,}303\log\frac{p}{p_1}-\frac{0{,}07}{p_1}}\right)\left(1-\frac{40}{550+t}\right).$$

Or, cette expression est telle, que son deuxième terme se compose de trois facteurs, qui, tous les trois, sont nécessairement positifs, tandis que son premier terme $\frac{C}{H}$ n'est autre chose que la quantité de houille qu'il faudrait brûler dans la première hypothèse. Cette expression est donc nécessairement $>\frac{C}{H}$, et par conséquent il y a toujours économie dans le premier cas, que nous avons examiné, à utiliser la vapeur concurremment pour sa puissance mécanique et pour sa puissance calorifique.

C'est, en effet, à ce premier cas que se rapportent les circonstances qui ont donné lieu au brevet de M. Puget, d'Arpaillargues, puisque la quantité de combustible nécessaire pour chauffer les bassines dans les filatures de soie est trois à quatre fois plus grande que celle qu'exigerait une machine employée à donner le mouvement aux tours correspondants. Mais la circonstance la plus avantageuse, c'est évidemment lorsque C est égal à nH, puisque la vapeur se trouve alors complétement épuisée sous les deux rapports. Et cela ressort aussi de la forme de l'expression ci-dessus, dans laquelle le deuxième terme, ou l'économie ob-

qui correspond à la température 40° de l'eau de condensation.

tenue, étant indépendant du premier, il s'ensuit que cette économie est *relativement* d'autant plus grande, que le premier terme $\frac{C}{H}$ est plus petit ou plus près de nH. En supposant que la vapeur agisse sans détente, l'économie en question est donnée avec une approximation suffisante par la fraction $n \times \frac{p-1}{p}$, et l'économie relative est:

$$\frac{n \times \frac{p-1}{p}}{\frac{C}{H} + n\frac{p-1}{p}};$$

ce qui se réduit dans l'hypothèse la plus avantageuse ou $C = H$, à $n\frac{p-1}{2p-1}$. Pour $p=4$, ce rapport devient 0,43, tandis que si $C = 3,5 \times n$H (comme dans les filatures du Gard), il n'est plus que 0,18. On voit d'ailleurs en outre que l'économie croît avec p, c'est-à-dire avec M, ce qui est facile à concevoir.

Dans le deuxième cas, $C < n$H.

Si l'on veut produire les deux natures de travail avec un seul appareil, une machine sans condenseur, il faudra brûler n kilogrammes de houille.

Si, au contraire, on produit les deux effets séparément, la quantité totale de houille à brûler sera encore comme précédemment :

$$\frac{C}{H} + n\left(\frac{1 + 2,303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{1}{p_1}}{1 + 2,303 \log \frac{p}{p_1} - \frac{0,07}{p_1}}\right)\left(1 - \frac{40}{550+t}\right).$$

Et il n'y aura point de bénéfice à produire simultanément les deux effets toutes les fois que cette expression ne sera pas $> n$, ce qui dépendra des relations existantes entre C, H, p et n.

Si l'on suppose encore qu'il n'y ait pas de détente, cette condition sera représentée avec une approximation suffisante par l'inégalité :

$$\frac{C}{H}+n\frac{p-1}{p}>n \quad \text{ou} \quad \frac{C}{H}>\frac{n}{p} \quad \text{ou} \quad \frac{n}{\frac{C}{H}}<p;$$

et cette inégalité étant satisfaite, l'économie de houille exprimée en kilog. sera $\frac{C}{H}-\frac{n}{p}$ quantité qui est moindre que dans le premier cas que nous avons examiné. En même temps, son rapport à la dépense totale sera

$$\frac{\frac{C}{H}-\frac{n}{p}}{\frac{C}{H}+n\frac{p-1}{p}},$$

lequel croît à mesure que $\frac{C}{H}$ s'approche de n, en tendant vers la limite maximum $\frac{p-1}{2p-1}$ que nous avons trouvée dans le premier cas.

La vapeur peut être appliquée à l'échauffement des liquides par deux moyens différents : 1° par contact direct ou bouillonnement; 2° par contact indirect ou circulation dans un double fond ou à travers un serpentin.

Mais pour en extraire toute la chaleur sans nuire à l'effet mécanique, il n'est pas indifférent d'avoir

recours à l'un ou à l'autre moyen. Ainsi, le premier ne peut convenir, parce qu'il exige qu'on ne laisse dégager la vapeur que par de très-petits orifices, sans quoi, elle s'échappe du liquide avant d'être entièrement condensée, et la petitesse de ces orifices est un grand obstacle à la marche de la machine. Au contraire, l'effet mécanique de la vapeur n'a point à souffrir en percevant la chaleur de celle-ci par l'intermédiaire d'un double fond ou d'un serpentin, auquel on peut donner une section convenable et d'autant plus grande, qu'il y a à franchir des coudes plus nombreux et plus brusques.

En résumant tout ce qui précède, on peut établir, quant à l'économie de combustible, les règles pratiques suivantes :

Quant il s'agit de tirer seulement de la vapeur sa puissance mécanique, les machines à condenseur doivent être préférées.

Quand on veut utiliser à la fois la vapeur pour sa puissance mécanique et pour sa puissance calorifique, ce sont les machines sans condenseur qui doivent être préférées.

Il y a avantage à faire rendre simultanément à la vapeur les deux effets dont elle est capable, toutes les fois que le rapport entre la quantité de houille qu'il faudrait brûler pour obtenir, avec une machine sans condenseur, l'effet mécanique à produire, et la quantité de houille qu'exigerait l'effet calorifique demandé, est plus petit que le nombre qu'exprime en atmosphères la pression de la vapeur. Cette condition est toujours satisfaite quand ce rapport est égal ou inférieur à l'unité.

Pour appliquer toute la chaleur de la vapeur au chauffage des liquides sans nuire à l'effet mécanique, il faut chauffer par circulation à travers un double fond ou un serpentin.

Application à la saline de Dieuze.

Je me suis occupé de faire l'application de ces principes à la saline de Dieuze, dans les deux ateliers qui font emploi de la vapeur :

1° La mine,

2° La soudière.

A la soudière, cette application n'est encore qu'à l'état de projet; mais je vais toujours donner une idée de l'importance qu'elle présenterait.

Il y a dans cet atelier une chaudière à basse pression constamment en feu, produisant de la vapeur qui sert à chauffer l'eau pour la lixiviation de la soude brute. Elle consomme 12 quintaux de houille par 24 heures.

D'un autre côté, trois meules et demie environ, attelées chacune de 2 chevaux en assez mauvais état, sont en activité durant 13 heures par jour, pour pulvériser les matières nécessaires au roulement des fours où s'opère la décomposition du sulfate de soude, et l'on paye pour ce moteur 10,000 francs par an.

Cela posé, si le travail était fait en 24 heures, au lieu d'être fait en 13 heures, il ne faudrait que 3 chevaux 1/2 environ au lieu de 7, et si l'on remplaçait les chevaux attelés par une machine à vapeur, la force de cette machine serait déterminée par la proportion 75 : 40,5 : : 3 1/2 : x (40,5 expri-

mant, comme on sait, la force moyenne d'un cheval attelé, et 75 celle d'un cheval vapeur), d'où $= \frac{141,75}{70}$; soit à peu près 2 chevaux; mais disons 3 pour tenir compte de l'emploi qu'on pourrait faire de la machine pour faire mouvoir un treuil qui est aujourd'hui mené par des hommes et pour d'autres menus ouvrages.

Or, ai-je dit, la consommation de la chaudière est de 12 quintaux de houille par 24 heures, ce qui fait par seconde $0^k,0139$, et si l'on fait passer la vapeur que peut produire ce combustible à travers une machine à détente, en supposant que la pression soit de 4 atmosphères, elle fournirait une quantité de travail exprimée par 100.000 k. $\times$ 2,303 log 4 $\times$ 0,0139, où il convient, d'après MM. Poncelet et Morin, de faire $K = 0,35$, ce qui donne $35,000 \times 1,386 \times 0,0139 = 674$ ou 9 chevaux.

Ainsi, la force mécanique aujourd'hui perdue est plus de trois fois plus grande que celle dont on aurait besoin pour faire mouvoir les meules. Il est bien vrai qu'attendu que l'application de la vapeur au chauffage se fait ici par bouillonnement, on ne peut pas espérer tirer de la vapeur tout son effet mécanique; mais la marge paraît aussi plus que suffisante. On voit donc qu'on peut ici faire l'économie entière du moteur employé à faire marcher les meules, et qu'il suffira pour cela que la houille, aujourd'hui employée directement pour son effet calorifique, soit appliquée à faire de la vapeur sous la pression de 4 atmosphères, laquelle se rendrait dans une machine à détente et

sans condensation, d'où elle sortirait ensuite pour servir au chauffage.

Dans l'application projetée dont je viens de parler, il s'agit d'utiliser *la force perdue* d'une vapeur de chauffage. Je me suis proposé ailleurs le problème inverse, utiliser *la chaleur perdue* d'une vapeur motrice. C'est sur la machine d'extraction de la mine de sel que cette application a été réalisée dans les conditions suivantes :

Cette machine est sans détente ni condensation ; elle sert à la fois à extraire le sel et les eaux douces et salées qui affluent dans la mine ; et selon qu'elle est employée pour un travail ou pour l'autre, la pression de la vapeur dans le cylindre varie entre 2,8 atmosphères et 1,3 atmosphères. Moyennement et eu égard à la durée relative de chacun des genres de travail, cette pression n'est que de $1^{atm.},6$; d'où il suit que moyennement la puissance utile de la vapeur n'est que de $0^{atm.},6$, et que par conséquent on n'obtient du combustible que les 3/8 environ de l'effet qu'on aurait pu en tirer avec une machine sans condensation. Or, dans une localité où la houille coûte $2^{f},50$ les 100 kilogrammes, rien ne saurait justifier le choix fait d'une pareille machine par l'entrepreneur anglais qui a commencé les travaux de la mine.

J'avais d'abord cherché à tirer parti de la vapeur qui s'échappe de la machine pour chauffer de l'eau qui avait son emploi à la fabrique de produits chimiques ; mais comme on opérait ce chauffage par contact direct, c'est-à-dire en faisant bouillonner la vapeur dans l'eau, cela contrariait le jeu de la machine.

J'appris par là qu'il fallait recourir au chauffage par contact indirect, et c'est de cette manière que j'ai repris plus tard, la question, en me proposant d'utiliser la chaleur retrouvée, non plus à chauffer de l'eau douce, mais à évaporer des eaux salées saturées. Les données étaient les suivantes :

La consommation normale de la machine était de 82q,5 de houille par semaine. Dans cette même période, elle fonctionnait pendant 87 heures 3/4, et la quantité de vapeur qui passait à travers le cylindre était de 424 kilogrammes par heure, et par conséquent 37.206 kilog. par semaine. Or, le premier emploi qu'il y eût à faire de cette vapeur, c'était évidemment de chauffer à 100 degrés l'eau d'alimentation de la chaudière, ce qui devait absorber 100 unités de chaleur par chaque kilog., en sorte qu'il n'en restait plus de disponible pour l'évaporation des eaux salées que 550 par chaque même kilogramme, soit en tout 20.466.300 unités.

D'un autre côté, un mètre cube d'eau salée saturée qui pèse 1207k,8 renferme 330k,8 de sel et 877 d'eau. Il s'ensuit donc que pour obtenir un quintal de sel sec, il faut évaporer 265 kilog. d'eau, ce qui revient à dire que pour obtenir un quintal de sel *marchand* (retenant 5 p. 100 d'eau), il faut évaporer 247 kilog. d'eau ou produire 247 kilog. de vapeur.

Or, la production d'un pareil poids de vapeur exige $247 \times 650 = 160.550$ unités de chaleur, et puisque la machine nous en laissait disponibles 20.466.300, il s'ensuit que cette quantité dispo-

nible était capable de produire par semaine $\frac{20.466.300}{160.550} = 127^{q},47$ de sel marchand.

Il s'agissait donc de condenser 424 kilog. de vapeur par heure, et d'appliquer la chaleur résultant de la condensation au chauffage d'une poêle à sel.

Je reconnus d'abord qu'en faisant passer la vapeur à travers une sorte de serpentin baigné dans la poêle même, le service de celle-ci était fortement gêné, et qu'en outre, la surface condensante s'encroûtait, quelque soin que l'on prît, de dépôts salins qui finissaient par diminuer notablement sa faculté conductrice. C'est pourquoi je m'arrêtai au parti de faire passer la vapeur sous la poêle, dont le fond même devenait ainsi la surface de condensation.

L'étendue *minimum* à donner à cette surface pour produire l'effet voulu aurait été déterminée, si l'on eût pu connaître la température que prendrait le liquide ambiant; mais cette température dépendait elle-même de la superficie de la poêle. On sait, en effet, que pour une quantité donnée de chaleur, le poids de l'eau vaporisée est le même que la surface de vaporisation, soit petite ou qu'elle soit grande, ce qui nécessite que dans le premier cas la température s'élève plus que dans le second. Cependant, dans la fabrication du sel, l'étendue de cette surface est généralement très-importante à considérer; parce que, plus la température est haute, plus la quantité de sel formée dans l'unité de temps sur l'unité superficielle est considérable, et moins encore, par suite, le grain

du sel formé est gros. Ici, il est vrai, on n'avait pas à s'inquiéter de satisfaire au goût du consommateur, en ce qui concerne le grain, parce que le sel devrait être livré à la fabrique de produits chimiques, et par conséquent il n'était pas à craindre qu'il y eût imcompatibilité entre la température voulue pour la condensation et celle qui aurait pu convenir pour la production du sel. Mais en tout cas, la loi qui lie cette température à l'étendue superficielle de la poêle est trop mal connue pour que l'on pût arriver autrement que par à peu près à la solution de la question pendante, et c'est après divers tâtonnements que je me suis arrêté à faire une poêle de 50 mètres carrés.

Il y a bientôt trois ans que cette poêle marche, et elle a donné moyennement par semaine 80q,59 de sel. Et si on fait abstraction d'un certain nombre de semaines, pendant lesquelles elle coulait, ou était soumise à d'autres circonstances exceptionnelles défavorables, on trouve que son rendement a été de 84 quintaux par semaine.

Ainsi, comme il a été dit plus haut qu'il passe ordinairement dans le cylindre 424 kilogrammes de vapeur par heure, lesquels seraient capables de produire 127 quintaux de sel par semaine, et que l'appareil établi en fournit 84, il s'ensuit qu'on recueille de cette manière 66 pour 100 de chaleur perdue.

En suivant la marche de la machine, on ne voit sortir, pendant qu'elle fonctionne pour l'épuisement, qu'une trace de vapeur par le tuyau d'échappement, tandis qu'il en sort beaucoup plus pendant l'extraction du sel. C'est qu'en effet,

durant cette nature de travail, le poids de vapeur que fournit chaque coup de piston est beaucoup plus considérable, et il est permis d'estimer qu'il suffirait pour condenser toute cette vapeur, que la surface de la poêle fût augmentée d'un quart.

Au reste, voici quelle est la disposition de l'appareil.

La poêle est faite en tôle de 4 millimètres d'épaisseur. Elle a 10 mètres de long sur 5 de large. Elle est établie à $2^m,75$ en contre-bas du cylindre, et elle en est éloignée d'une distance horizontale égale à 7 mètres.

Le constructeur de la machine avait donné issue à la vapeur par un tuyau horizontal de $0^m,10$ de diamètre et long de $1^m,20$. Ce tuyau a été prolongé par un autre de $0^m,20$ de diamètre, qui, après un développement de $6^m,30$, plonge dans un conduit en briques de $0^m,40$ de côté, qui aboutit lui-même sous la poêle à l'un de ses angles. Arrivée à ce point, la vapeur parcourt quatre fois la longueur de la poêle dans des compartiments de 1 mètre de long et de $0^m,50$ de profondeur, séparés entre eux par des cloisons en briques de $0^m,20$; puis elle en sort par un conduit incliné se raccordant d'une part au dernier carneau de la poêle, et de l'autre, à une cheminée verticale de $0^m,40$ de côté, qui s'élève jusque un peu au-dessus de la plate-forme du fourneau.

C'est la vapeur qui a échappé à l'action condensatrice de la poêle, qui fournit l'eau chaude pour l'alimentation de la chaudière, au moyen de l'artifice suivant. La cheminée verticale dont il vient d'être parlé a été bouchée à son extrémité supé-

rieure et percée sur le côté pour recevoir un tuyau coudé de $0^m,30$ de diamètre, convenablement raccordé, et dont la branche verticale s'élève de 3 mètres environ au-dessus du toit du bâtiment, pendant que l'autre branche s'incline quelque peu vers le bas, à la sortie de la cheminée, et porte près du coude un ajustage vertical qui descend dans une bâche placée sur la plate-forme.

Cela posé, comme il existe dans les combles du bâtiment un réservoir d'eau froide, qui sert à tous les besoins de l'établissement, et en particulier à l'alimentation de la chaudière à vapeur, on a fait dans ce réservoir une prise d'eau au moyen d'un petit tuyau en plomb de 2 centimètres de diamètre, que l'on a fait descendre jusqu'au niveau de la cheminée verticale en briques, pour l'y faire pénétrer, et de là, la faire remonter verticalement dans l'intérieur du gros tuyau coudé.

Le petit tuyau en plomb s'arrête à 1 mètre environ plus bas que celui-ci, en se terminant par une boîte de 10 centimètres de haut qui lui est concentrique, de telle sorte qu'il ne reste entre les deux parois qu'un espace annulaire de 1 centimètre de large. Cette boîte, complétement fermée, est seulement percée de trous très-fins sur sa périphérie ainsi que sur son fond. Or, on conçoit que l'eau froide, qui s'est élevée dans la petite branche de ce tube recourbé, en sortant par les petits trous de la boîte pour descendre en pluie très-fine dans cet espace annulaire étroit, que la vapeur traverse en montant pour se dégager dans l'atmosphère, est dans de très-bonnes conditions pour que celle-ci lui cède la plus grande partie de sa chaleur latente ;

aussi obtient-on de cette manière de l'eau d'alimentation à 90 degrés.

Quant à la température de la poêle, elle se tient habituellement à 90 degrés.

MÉMOIRE

Sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvége.

Par M. A. DAUBRÉE, Ingénieur des mines.

La Scandinavie est une contrée classique, à différents titres, pour les géologues et en particulier pour les mineurs. C'est principalement dans le but d'en étudier les gîtes métallifères que j'y ai entrepris un voyage l'an dernier avec l'autorisation de M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics. But du mémoire.

L'excellent voyage de M. le professeur Hausmann (1) et la géographie minéralogique de la Suède par M. Hisinger (2), renferment déjà de précieux documents sur beaucoup de districts de mines; M. de Buch a aussi décrit quelques dépôts métalliques de cette contrée. Cependant j'ai eu occasion de recueillir un certain nombre d'observations nouvelles sur le sujet spécial qui m'attirait dans le Nord, particulièrement dans les mines des environs d'Arendal, dans celles de Skuterud, de Sahla et de Fahlun. Je ne me suis pas borné à consigner ici ces observations; j'ai cherché, en les coordonnant avec d'autres déjà publiées, particulièrement par les deux savants que je viens de citer, à présenter un aperçu

(1) *Reise durch Scandinavien in den Jahren* 1806 *und* 1807.

(2) *Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden*, *übersetz von Wöhler* 1826.

sur l'ensemble des dépôts métallifères de la Scandinavie, qui sont depuis longtemps célèbres par leur abondance, leur richesse et par les raretés minéralogiques qu'ils ont produites. Comme des généralités n'auraient pu suffire pour donner une idée précise de ces gîtes variés, j'ai dû citer quelques exemples, ce que j'ai fait aussi succinctement que possible, et en me bornant aux faits les plus caractéristiques. Ce rapprochement fait ressortir différents faits généraux qui reposent sur l'examen de quelques centaines d'exemples. Il en résulte en outre quelques considérations théoriques sur ce sujet encore obscur, qui ne seront peut-être pas inutiles dans une histoire générale des dépôts métallifères.

En coordonnant ici quelques-uns des résultats de mon voyage, j'éprouve le besoin de témoigner publiquement ma gratitude à tous ceux qui ont bien voulu m'aider de leurs renseignements ou de leur appui, particulièrement à M. le comte de Loewenhielm, M. le ministre de l'intérieur Fåhreus, et surtout à M. Berzélius.

Nous passerons successivement en revue les mines de fer, de cuivre, de cobalt, de plomb, d'argent et d'or; mais avant de parler des mines, il convient d'abord de jeter un coup d'œil sur la constitution du sol scandinave.

APERÇU SUR LA GÉOLOGIE DE LA SCANDINAVIE ET SUR LES PRINCIPAUX DISTRICTS DE MINES.

Du gneiss et des autres roches schisteuses cristallines.

Le gneiss et les roches schisteuses cristallines qui l'accompagnent habituellement, constituent la plus grande partie de la Suède et de la Norwége, et s'étendent même sur une partie de la Finlande. Le micaschiste, qui n'a qu'une étendue

très-restreinte dans les plaines et les régions basses de la Suède, constitue une partie de la chaîne alpine, au nord de la province de Herjedal, et elle occupe aussi une portion du Jemtland.

La direction plus habituelle de ces roches schisteuses va de nord-nord-est à sud-sud-ouest, ou de nord-est à sud-ouest; mais il y a de nombreuses variations. Leur inclinaison est encore plus inconstante; cependant M. Hisinger a fait la remarque intéressante qu'en Suède les feuillets sont plus voisins de l'horizontalité dans les régions culminantes du pays, que dans les contrées de collines et de plaines où l'inclinaison se rapproche de la verticale.

Veines granitiques qui traversent le gneiss.

Des veines de nature granitique, de forme très-irrégulière, traversent fréquemment le gneiss, dont elles coupent nettement les feuillets en empâtant des fragments tout à fait anguleux de cette roche (*fig.* 1, *Pl. IV*). Quelquefois cependant, et à quelques mètres d'une séparation parfaitement tranchée, on voit les deux roches passer de l'une à l'autre par l'intermédiaire d'un granite à grains fins. Ces petits filons ne se prolongent jamais sur une grande étendue : dans la contrée de Stockholm, où ils sont fort nombreux, il est rare qu'on puisse les suivre sur plus de 50 mètres de longueur.

Abondance de l'oligoclase

L'oligoclase qui, il y a peu de temps encore, avant que sa présence fût signalée dans divers granites par M. Gustave Rose, passait pour un minéral rare, est très-abondamment répandu dans une partie des roches primitives de la Suède. Aux environs de Stockholm, il entre comme élément constituant dans beaucoup des veines granitiques dont je viens de parler et dans le gneiss

qui en est traversé; d'après une communication que M. Swanberg a bien voulu me faire, le gneiss de la région littorale de la Baltique, depuis Gelfle jusqu'à Calmar, sur un développement de plus de 150 lieues, renferme surtout de l'oligoclase, tandis que l'orthose y est rare. Celles que j'ai visitées, parmi les nombreuses îles qui bordent cette côte, Utö par exemple, sont elles-mêmes en grande partie formées par ce même minéral. Il se trouve aussi dans le gneiss de la Norvége en quelques localités, entre autres dans l'île de Tromöe, près d'Arendal.

Minéraux variés renfermés dans ce terrain.

C'est dans ces petits filons du gneiss que sont disséminés les minéraux rares que l'on cite quelquefois comme renfermés dans le gneiss lui-même. Ainsi, ce sont eux qui, à Finbo et dans quelques localités des environs de Fahlun contiennent la gadolinite, l'orthite, la pyrorthite, l'émeraude, la topaze, le zircon, le grenat, le tantalite, l'yttrotantale, l'étain oxydé, la chaux fluatée, l'yttrocérite, le fluorure double de cérium et d'yttria, les fluorures de cérium neutre et basique, le bismuth natif. En beaucoup de lieux de la contrée de Stockholm, surtout à Ytterby et dans plusieurs localités de la Norvége, entre autres à Hitteröe et dans les environs d'Arendal, on a rencontré aussi la plupart de ces minéraux, ainsi que l'allanite et l'yttria phosphaté, au milieu de veines de granite à très-grands cristaux. L'abondance avec laquelle des minéraux, si rares dans le reste de l'Europe, sont répandus dans le gneiss de la Scandinavie, en forme un des traits caractéristiques.

Amas métallifères subordonnés au gneiss.

Mais ce qui rend particulièrement remarquable le terrain de gneiss de ce pays, ce sont les nom-

breux amas métallifères qui lui sont subordonnés. Ces gîtes, qui renferment des minerais de fer, de cuivre, de cobalt, plus rarement de plomb, associés à diverses raretés minéralogiques, seront décrits plus loin avec détail.

Calcaires et dolomies du gneiss.

Le même terrain est encore riche en amas de calcaire cristallin. Dans ces amas, le carbonate calcique est tantôt pur, tantôt combiné aux carbonates magnésique, ferreux, manganeux, et ce sont quelquefois de véritables dolomies. Il n'est pas rare que ces amas soient associés aux gîtes métallifères, comme cela a lieu à Utö, Dannemora, Långsbanhytta, Tunaberg, Håkansboda, etc.

Ces calcaires et dolomies renferment des minéraux variés, dont les principaux sont le spinelle, l'amphibole, le pyroxène, le grenat. Les dolomies de Tromsoë en Norvége, dans lesquelles M. de Buch (1) a indiqué des tourmalines vertes, des corindons, de l'apatite, de la cyanite, paraîtraient avoir de l'analogie avec la dolomie du Saint-Gothard.

Probabilité de l'origine sédimentaire du gneiss.

La présence de l'anthracite dans de nombreux amas métallifères (2) qui sont enclavés dans le gneiss de la Suède et de la Norvége, l'existence d'une matière charbonneuse dans le calcaire de Dannemora (voyez page 223), portent à regar-

(1) Compte rendu des travaux de l'Académie des sciences, tome 6, page 549.

(2) Si, en Scandinavie, l'anthracite n'a été signalée jusqu'ici que dans les dépôts métallifères, cela paraît résulter seulement de ce qu'en dehors des exploitations de mines le sol n'a point été fouillé avec autant d'attention; mais on a rencontré le graphite dans le gneiss non métallifère, à Gillersmarksberg et à Löfswed, paroisse de Norberg, en Westmanie, où on l'exploite.

der ce terrain si étendu en Scandinavie et en Finlande comme déposé par voie sédimentaire, lorsqu'il existait déjà des végétaux à la surface du globe. C'est aussi la conclusion que M. Élie de Beaumont a rendu très-vraisemblable pour le gneiss des Vosges (1) et pour celui d'autres localités. Il paraît d'ailleurs que dans le Juntland et quelques autres provinces, le gneiss se lie au schiste argileux (*thonschiefer*); mais ces roches schisteuses anciennes sont en discordance de stratification avec les couches fréquemment horizontales du terrain silurien, et constituent par conséquent un système à part.

Terrain de transition fossilifère.

Le terrain de transition fossilifère, qui constitue en Suède et en Norvége plusieurs vastes lambeaux superposés au gneiss, consiste en grès et en conglomérats, connus sous le nom de grauwacke, en schistes argileux, quelquefois bitumineux et alunifères, et en calcaire. Sur quelques points, ces couches renferment de nombreux fossiles qui caractérisent le système silurien : leur position est ordinairement voisine de l'horizontalité.

Terrains houiller, etc.

On trouve en outre dans la région méridionale une succession de couches qui appartiennent aux terrains houiller, tryasique, liasique et crétacé (2).

Granite et syénite zirconienne.

Des protubérances granitiques de dimensions variables s'élèvent çà et là au milieu du gneiss. Dans le sud-est de la Norvége, le granite passe accidentellement à la syénite zirconienne; cette roche, qui n'a pas été observée ailleurs sur une telle

(1) Explication de la Carte géologique de France, tome I, p. 514.

(2) *Hisinger mineralogische Geographie von Schweden.*

étendue, est principalement développée aux environs de Friedrikswärn et dans la contrée de Christiania. Dans la première localité, elle abonde en minéraux remarquables, parmi lesquels, outre le zircon, qui y est extrêmement abondant, on doit citer les suivants : la thorite, le polymignite, le pyrochlore, l'yttrotantalite, le leucophane, la vöhlérite, l'ægyrine, la mosandérite, l'esmarkite, la vernérite, la néphéline, l'analcime, la mésotype et le spath fluor.

Bien que le granite paraisse passer graduellement à cette roche, il ne renferme pas cet ensemble de minéraux qui ont rendu célèbre la syénite zirconienne. Il est remarquable que ceux-ci n'ont pas été rencontrés, même en petites parcelles, dans les variétés de la même roche qui ne sont pas à grands cristaux.

Hausmann a aussi trouvé de petits zircons avec du fer titané dans une syénite de la Dalécarlie (1).

Le gneiss est encore percé en un grand nombre de lieux par d'autres roches plutoniques de nature variée; ce sont les diorites, les roches hypersthéniques, les euphotides, les serpentines, les trapps, les porphyres quartzifères, les mélaphyres et les basaltes. Ces épanchements sont fréquents aux environs de Christiania et en Scanie; près de Stockholm, on connaît une trentaine de filons de roches trappéennes dont chacun n'a que de faibles dimensions; plusieurs de ces filons paraissent être des roches hypersthéniques compactes. Roches plutoniques.

Quand on jette un coup d'œil sur des cartes de la péninsule scandinave, on peut être étonné du nombre énorme de lacs épars à sa surface et des Traces du phénomène erratique.

(1) *Scandinav. Reise*, V, page 235.

myriades d'îles qui bordent une partie de son littoral. Examiné dans ses détails, le relief de cette contrée n'est pas moins digne d'intérêt que par son ensemble : les proéminences partiellement arrondies, cannelées, polies ou striées, qui surgissent au milieu de puissantes accumulations de débris de transport, doivent frapper d'étonnement l'observateur qui n'est pas né dans ces contrées. Aussi, est-ce un savant étranger, M. Alexandre Brongniart, qui a particulièrement attiré l'attention sur les effets gigantesques du phénomène erratique dans le Nord.

Changement de niveau de la péninsule.

Enfin, en plusieurs régions basses de la Norvége et de la Suède, sont de vastes dépôts d'argile et de sable, qui ont été formés avant que la péninsule atteignît son niveau actuel, et postérieurement au diluvium. C'est une des preuves des changements de niveau si remarquables, que cette contrée a éprouvés tout récemment, et qu'elle subit encore aujourd'hui.

Distinction des dépôts métallifères des deux royaumes en 5 catégories.

Les gîtes exploités dans les deux royaumes, peuvent être partagés en cinq catégories.

1° Les dépôts ferrifères, qui aujourd'hui encore continuent à se former dans le sein des marais et des lacs (*myrmalm seemalm*).

2° Les filons proprement dits (*gaenge*).

3° Les amas de contact situés vers la jonction des terrains de transition et des roches ignées.

4° Les amas incorporés dans les roches ignées, tels que les amphibolites.

5° Les amas enclavés et intimement soudés dans le gneiss.

Parmi ces différentes formes, c'est la dernière qui est sans comparaison la plus fréquente; plus

des $\frac{19}{20}$ des richesses métallifères de la Suède constituent des amas enclavés dans le gneiss, et nulle part sans doute en Europe, les dépôts de cette sorte ne sont si nombreux et si développés que dans ce pays.

Coup d'œil sur la distribution géographique des mines en Suède et en Norvége.

Les principaux districts de mines sont, en Suède :

1° La Laponie de Torneo et celle de Luleo. Parmi les nombreux amas de minerai de fer, que renferment ces provinces, quelques-uns, ceux de Gellivara, de Kierunavara et de Luossavara, dépassent, par leurs dimensions gigantesques, tous les autres dépôts du même genre, exploités en Europe. Il y a aussi dans les mêmes districts un assez grand nombre de gîtes de cuivre ; plusieurs d'entre eux, près du Sulitelma, renferment du sulfure de plomb argentifère. Mais l'exploitation de ces richesses est actuellement entravée par l'absence des voies de communication.

2° Il existe dans l'Herjedal des mines de cuivre et de fer, qui se relient au groupe de celles exploitées principalement pour cuivre en Norwége, dans le massif du Dower, aux environs de Röraas, et jusque dans la contrée de Trondhjem.

3° Au sud des mines de cobalt de Looz, en Helsingland, on trouve en Dalécarlie, surtout dans les environs de Fahlun, de Grangjärde, de Garpenberg et de Norberg, une agglomération d'un grand nombre de gîtes de fer et de cuivre, dans lesquels il existe du plomb argentifère. Ce groupe, qui s'étend jusque sur une partie de la Westmanie, et qui comprend les filons de plomb et d'argent de Sahla, est, avec celui de la Laponie, le plus riche de la Suède.

4° Les gîtes de la Wermlandie, particulièrement situés aux environs de Philippstadt, et ceux

de la Néricie, sont presque exclusivement exploitées pour fer, si l'on excepte les mines de Vena, aujourd'hui les plus importantes du royaume pour l'extraction du cobalt. Au sud-ouest de celles-ci, en Dahlsland, se trouvent quelques mines de fer et de plomb argentifère.

5° L'Uplande et la partie adjacente de la Sudermanie renferment quelques mines de fer, dont les principales sont celles de Dannemora.

6° Les environs de Tunaberg présentent, dans un cercle restreint, une association remarquable d'amas de fer, de cuivre, de cobalt, de plomb et d'argent.

7° Enfin, au sud du groupe précédent, il n'y a guère à citer que les mines de fer du Taberg en Smolande et celles d'or d'Eidsfoss, depuis longtemps abandonnées. Le minerai de fer, qui se précipite journellement encore dans le sein d'un grand nombre de lacs, est particulièrement abondant en Smolande.

En Norvége, les principaux groupes métallifères sont :

1° Les mines de cuivre de Kaafjord et de Raipas, en Finmark, non loin du 70° degré de latitude, les plus septentrionales du monde, et qui, depuis quelques années, sont très-productives.

2° La province méridionale du Trondhjem renferme différents gîtes de cuivre et de fer ; les amas de Röraas sont aujourd'hui, avec les filons du Finmark, les mines de cuivre les plus activement exploitées en Norwége. Le fer chrômé est exploité dans la contrée de Roraas, particulièrement à Tönset.

3° Il a existé, dans la Haute-Tellemarken, des mines nombreuses de cuivre et de fer, qui ont été

principalement travaillées dans le dix-septième et le dix-huitième siècle.

4° Les gîtes de fer, si répandus en Suède, ne sont vraiment abondants en Norvége qu'aux environs d'Arendal, dans une zone étroite qui longe la mer.

5° C'est dans la province de Buskerud, non loin de Christiania, que se trouvent les célèbres mines d'argent de Kongsberg, et celles de cobalt de la paroisse de Modum.

Les petits gîtes exploités pour plomb, argent, cuivre et fer, dans le terrain de transition de Christiania et près de Skeen, n'ont que peu d'importance. Un assez grand nombre de mines aujourd'hui abandonnées, sont en outre disséminées dans le sol de la Norvége méridionale(1).

Époque de la découverte des principales mines.

Beaucoup des amas métallifères de la Suède sont trop apparents pour qu'ils n'aient pas été remarqués et utilisés depuis longtemps par les habitants. En effet, dès le douzième siècle, l'évêque Engel de Vesterås faisait travailler aux mines de cuivre de Garpenberg en Dalécarlie, qui étaient alors très-productives(2). L'origine des mines d'argent et de plomb de Sahla paraît remonter à une époque non moins reculée; car, en 1282, le roi Magnus Ladulås concéda des priviléges aux exploitants(3), parce que, est-il dit dans l'acte, les anciens titres étaient égarés. On prétend que les premiers indices des filons de cette dernière localité furent découverts, sous un arbre déraciné,

(1) Voyez, pour l'énumération de ces mines, *Reise nach hohen Norder von Vargas Bedemor*, 1819.

(2) *Cronstedt's Mineral-geschichte über das Westmanländische und Dalecarlische Erzgebirge.*

(3) Description de la ville de Sahla (en suédois), 1842.

par l'un des chefs esthoniens, qui envahirent la Westmanie en 1187, sous Kanut Ericson. Comme dans beaucoup d'autres contrées, le fer ne fut exploité que postérieurement aux métaux plus précieux et moins difficiles à extraire. Les plus anciens titres des mines de Dannemora sont datés de 1481.

C'est seulement quelques siècles plus tard qu'en Suède, que les Norvégiens commencèrent à tirer parti des richesses minérales de leur sol. Pendant longtemps, le gouvernement danois, par une politique bizarre, chercha à étouffer ce genre d'industrie, ainsi qu'il résulte des instructions de la reine Marguerite à son successeur, Eric de Poméranie. Le roi Christian II chercha le premier à développer cette ressource; pour cela il fit venir des mineurs d'Allemagne, qui s'établirent aux environs de Trondhjem; plus tard d'autres mineurs, appelés par Christian III, explorèrent la Haute-Tellemarken, et ils apportèrent, en même temps que leur industrie, la législation des mines de leur patrie. Les minerais de fer, dits des marais, aujourd'hui abandonnés en Norvége, furent exploités avant les minerais en roche. C'est en 1623 qu'un pâtre, dit-on, découvrit les trésors de Kongsberg. L'ouverture des mines de cobalt de Skutterud date seulement de 1772.

Du mode d'exploitation.

Les procédés d'exploitation des mines des deux royaumes sont si simples et si analogues à ceux usités en Allemagne, que je n'en dirai ici que quelques mots. Les amas proprement dits, qui sont le plus souvent verticaux et puissants, sont exploités à ciel ouvert. On descend graduellement par des entailles faites en échêlon, suivant la méthode dite par gradins, et l'on pousse çà et là de

petites galeries latérales, pour enlever des ramifications de minerai. De là l'aspect imposant de plusieurs de ces mines, qui, comme à Dannemora ou à Utö, ont l'aspect de vastes gouffres dont l'œil ne peut mesurer la ténébreuse profondeur. Les gîtes en filons sont exploités, comme à l'ordinaire, par gradins droits ou renversés.

Fréquemment on abat le minerai à l'aide du feu, c'est-à-dire en disposant le loug des parois de la roche à abattre, des bûchers que l'on allume, afin d'en altérer la solidité; cependant, depuis que le prix du bois est accru, on a substitué à ce procédé, qni était autrefois très-employé, l'abattage au pic ou celui à la poudre.

L'extraction se fait à l'aide de treuils, mus à bras d'homme ou par des chevaux. Des pompes ou des tonnes, mues par des roues hydrauliques, servent à l'épuisement des eaux, quand on ne peut leur ouvrir un écoulemeut naturel par les galeries. La première machine à vapeur établie en Suède fut placée sur les mines de Dannemora, en 1794.

DES GÎTES DE FER.

Les mines de fer exploitées en Scandinavie appartiennent à quatre catégories : ces gîtes sont : Quatre catégories de gîtes de fer.

Ou subordonnés au gneiss,

Ou incorporés dans les roches plutoniques,

Ou sous la forme d'amas de contact,

Ou déposés dans les lacs ou dans les marais.

Les premiers, sans comparaison, les plus importants par leur abondance et par leur richesse, sont aussi ceux sur lesquels nous nous étendrons particulièrement.

1° *Des gîtes de fer subordonnés au gneiss.*

Les amas de ce genre, si richement répartis dans la Vermlandie, la Dalécarlie, la Vestmanie et une partie de la Laponie suédoise, ne sont abondants en Norvége que dans les environs d'Arendal et de Fossum. Mais il en est encore qui sont disséminés en dehors des provinces que nous venons de citer; on en rencontre même presque en tout lieu des traces dans le gneiss de la Suède. Avant de faire connaître en quoi consiste généralement cette espèce de gîtes, nous jetterons un coup d'œil sur les exemples particuliers les plus propres à donner une idée de leurs caractères habituels et de leurs variations. Les amas des environs d'Arendal, ceux d'Utö, de Bastnaes et de Dannemora, peuvent être considérés comme les représentants des principales variétés qui se reproduisent, à de légères différences près, dans le reste de la Scandinavie.

Amas des environs d'Arendal.

Les gîtes exploitables des environs d'Arendal (1), au nombre de dix-huit, sont disposés suivant une zone étroite et rectiligne, qui s'étend parallèlement au littoral sur une longueur d'environ 20 kilomètres. Le gneiss, qui constitue la contrée, passe souvent au micaschiste ou au schiste amphibolique, dans leur voisinage immédiat.

(1) Le travail intéressant de M. Th. Scheerer, intitulé: *Geognostisch mineralogische Skizze gesammelt auf einer Reise auf der Sud Küste Norwegens*, qui contient beaucoup de détails sur les environs d'Arendal, a paru dans le *Jahrbuch von Leonhard und Bronn*, année 1843, p. 63, quelque temps après que ce mémoire avait été rédigé et présenté à l'Institut; cependant il en a été extrait deux observations, comme on le verra plus loin.

Le minerai consiste toujours en fer oxydulé magnétique, habituellement sans mélange de peroxyde. Les gangues auxquelles il est le plus ordinairement associé sont le pyroxène granulaire ou coccolite, l'amphibole hornblende (1), le grenat, l'épidote, la chaux carbonatée lamellaire et les trois éléments du gneiss, particulièrement le mica (2). Toutes ces substances ne sont pas toujours simultanément réunies dans les mêmes amas; ainsi quand le calcaire manque, les silicates multiples calcifères, tels que le grenat, le pyroxène, l'épidote manquent aussi, ou sont en général peu abondants. Le minerai et ses gangues ont souvent la structure schisteuse comme le gneiss; selon que l'une ou l'autre gangue prédomine par rapport aux autres, le minerai présente des aspects très-différents. Outre les minéraux qui viennent d'être cités, il en est d'autres, au nombre de près de trente espèces, qui ne se rencontrent qu'accidentellement. Composition minéralogique.

Les amas sont aplatis en forme d'amande et alongés parallèlement aux feuillets de la roche encaissante. Dans leur section horizontale, ils se terminent en coin ou en se ramifiant; leur épaisseur moyenne, comprise entre 2 et 6 mètres, va accidentellement jusqu'à 20 mètres. Dans l'amas de Thorbjörnsboe, l'un des principaux, on a déjà enlevé un volume de minerai égal à environ 13 500 mètres cubes, et l'on est loin d'en atteindre la limite. Forme et dimensions.

---

(1) Les variétés d'amphibole dites actinote et trémolite s'y trouvent plus rarement.

(2) Le feldspath de la variété adulaire s'y rencontre aussi.

Soudure du minerai avec la roche encaissante.

Il est très-rare que le minerai proprement dit soit séparé par une limite bien tranchée de la roche schisteuse enveloppante. Celle-ci, par son contact avec le gîte, se charge fréquemment de mica, d'amphibole, d'épidote, de grenat, de calcaire, de fer oxydulé ou de quelques autres minéraux de l'amas; de manière que l'amas métallifère proprement dit forme en général le noyau d'une sorte d'*enveloppe* ou d'*écorce* par l'intermédiaire de laquelle cet amas se soude intimement au gneiss. Ce passage s'établit d'une manière variée : dans l'amas de Langsöe et de Ulve, où les gangues du fer oxydulé sont le pyroxène coccolite, l'amphibole hornblende, le mica verdâtre, le calcaire cristallin et le grenat, ces substances forment autour de l'amande ferrifère exploitée, un grand nombre de veinules qui sont parallèles aux feuillets du gneiss, comme le montre la *fig.* 2. La transition se fait d'une manière très-analogue à Thorbjörnsboe, qui est à un kilomètre de l'amas précédent. Le minerai m (*fig.* 3) est séparé du gneiss gn par une sorte d'écorce schisteuse $g'g'$, composée de grenat, d'amphibole et d'épidote; plus loin du noyau, les trois minéraux s'entremêlent graduellement aux feuillets du gneiss, sous forme de veines $g'g'g'$: tout le gîte, y compris l'écorce, a une puissance de 60 à 80 mètres. Les amas peu épais ne consistent, dans quelques-unes de leur parties, qu'en un gneiss traversé par des veinules de minerai.

Petits filons granitoïdes associés au minerai.

Plusieurs de ces amas, ou plutôt leurs enveloppes, sont en outre traversés par des veines ou de petits filons granitoïdes, qui se remarquent même de loin, à cause de la netteté avec laquelle ils se séparent de la roche schisteuse de l'amas.

A Loerrestwed, où l'on peut les observer clairement sur les roches qui encadrent l'excavation, ces ramifications *r* (*fig.* 4) s'étendent à partir du minerai, en se divisant irrégulièrement, et en se terminant suivant une disposition qui rappelle le chevelu d'une racine. Leur aspect est celui d'une syénite à grands cristaux : outre le feldspath lamelleux, le quartz et le hornblende, ces veines contiennent du mica noir en lames d'une largeur de $0^m,06$ à $0^m,08$, de la chaux carbonatée, de l'apatite et du sphène; c'est aussi le gisement habituel de la babingtonite, qui a été souvent déposée dans des géodes, à la surface de cristaux de feldspath, postérieurement à la solidification de ce dernier minéral. L'amphibole y affecte des contours anguleux, de même que dans le trachyte du Stenzelberg, dans le Siebengebirge. Ces veines ne dépassent que d'un très-petit nombre de mètres l'enveloppe de l'amas; celle-ci a 2 à 4 mètres d'épaisseur. Le gîte de Thorbjörnsboe est traversé par des filons granitiques plus étendus, sensiblement rectilignes et parallèles, au nombre de sept au moins (1). Ils contiennent du calcaire lamellaire et du grenat brun qui a la cassure et l'éclat vitreux de l'obsidienne. M. Scheerer y a aussi trouvé un minéral qui a les caractères de l'allanite.

Petits filons de Loerrestwed.

Un grand nombre de ces veines granitiques a été récemment mis à jour par l'exploitation, dans l'amas de Langsöe. Ainsi que le montrent les

Veines granitiques de Langsoé.

(1) Parallèlement aux feuillets du gneiss, on peut observer des veines de forme lenticulaire de même nature que celles qui coupent ces feuillets.

fig. 5, 6 et 7, ces petits filons *g* se ramifient irrégulièrement dans l'enveloppe du minerai *g'*.

Leur composition minéralogique.

Ces filons ou veines granitoïdes traversent la roche amphibolique schisteuse qui entoure le minerai proprement dit. Le feldspath de ces petits filons forme des masses ayant souvent 3 à 4 décimètres en tous sens. Le quartz, qui disparaît totalement sur quelques points, se trouve ailleurs en amas aussi volumineux que le feldspath; du mica en grands feuillets verts est clair-semé dans la roche. Accidentellement les deux premiers minéraux prennent la disposition caractéristique du granite graphique; le granite renferme aussi de nombreuses cavités cristallines. J'ai trouvé en outre dans ces veines les minéraux suivants : le grenat brun foncé, ordinairement en cristaux isolés de 1 à 2 centimètres de diamètre : il diffère, comme à Thorbjörnsboe, d'une manière frappante du grenat de la roche avoisinante par une cassure vitreuse et fendillée, assez analogue à la cassure de l'obsidienne;

Le scapolite massif ou cristallisé, qui, dans le premier cas, peut être confondu avec le feldspath;

L'épidote, qui est surtout accumulé près des parois des veines;

Le sphène, soit disséminé dans la masse du granite, soit en cristaux dans les géodes;

Le fer oxydulé à cassure amorphe et quelquefois en fragments tout à fait anguleux, d'un diamètre de quelques centimètres;

Le fer oligiste, seulement dans des géodes, en petits cristaux lenticulaires implantés sur le feldspath;

Le zircon, en petits cristaux bien nets, est en-

gagé presque constamment, non pas dans le granite même, mais dans des fragments anguleux, d'un vert foncé, à cassure caverneuse et cariée, qui sont empâtés dans le granite.

Enfin un minéral ayant les caractères de la gadolinite ou de l'orthite s'y trouve aussi en grains ordinairement petits et d'une abondance surprenante. Elle ne se rencontre que dans les parties du filon où le feldspath abonde; celui-ci a ordinairement une structure rayonnée autour des grains de gadolinite.

La roche *g'* que ces petits filons traversent est un mélange, à petits grains ou compacte, d'amphibole hornblende, de grenat, d'épidote compacte et de fer oxydulé qui y est finement distribué; le tout a la structure schisteuse, comme le montrent les *fig.* 5, 6 et 7; les filons s'y ramifient très-irrégulièrement, en s'en séparant d'une manière fort nette, et ils en empâtent souvent des morceaux anguleux; de sorte qu'ils se sont certainement consolidés postérieurement à l'existence de la roche amphibolique.

Orthite et émeraude dans des veines analogues.

M. Scheerer a observé des veines granitiques qui renferment aussi un minéral analogue à l'orthite ou à la gadolinite dans d'autre mines des environs d'Arendal (1), à Alveholm dans l'île de Tromoë, dans celle de Buöe et au Solberg, près de Thorbjörnsboë; dans cette dernière localité, il a trouvé un cristal d'émeraude engagé dans la gangue granitique.

Les filons granitiques des amas des environs d'Arendal, particulièrement ceux de Langsöe, ressemblent beaucoup aux célèbres filons des environs de Fahlun, où l'on a trouvé tant de minéraux rares.

(1) Mémoire cité plus haut, pages 654 et 655.

Amas de Solberg, près de Nœs.

L'amas de Solberg, près Nœs, situé à 20 kilomètres au nord d'Arendal, diffère de ceux du groupe dont il vient d'être question.

Passage du gneiss à la pegmatite près du minerai.

Dans cette dernière localité, le fer oxydulé a pour enveloppe une syénite très-cristalline, qui passe accidentellement à la pegmatite (*fig.* 8); il forme au milieu de ces roches plusieurs grandes lentilles presque verticales, reliées par des veines latérales. Les roches, qui forment la matrice du minerai de fer, se fondent insensiblement dans le gneiss *g*, dès qu'elles deviennent stériles. Cependant, vers le haut des rochers escarpés qui dominent l'entrée de la mine, on observe un petit filon de fer oxydulé massif qui sort de la roche syénitique *p*, pour pénétrer dans le gneiss *gn*, dont elle coupe très-nettement les feuillets (*fig.* 8 *bis*). Il rappelle par sa forme les ramifications de certaines roches trappéennes.

Sa composition.

L'amas du Solberg contraste, par la simplicité de sa composition, avec ceux des environs d'Arendal, car il y a très-peu de mica; la pyrite de fer et la chaux carbonatée y sont rares; le grenat et le pyroxène ne s'y trouvent pas. Cependant, dans la partie supérieure de la mine, on a autrefois trouvé des zircons que l'on ne connaissait dans aucune autre mine de fer de la Scandinavie, avant qu'ils eussent été rencontrés à Langsöe; ces zircons, en petits cristaux bien nets, sont disséminés soit dans la syénite, soit dans l'oxyde magnétique. Dans le premier cas, les échantillons présentent une analogie frappante avec la syénite zirconienne de Friedrichswärn.

Présence du zircon.

La *fig.* 9 représente la coupe verticale d'un gîte très-analogue au précédent, situé aussi dans la montagne du Solberg, sur lequel on vient de com-

mencer des recherches. Le fer magnétique *m* y est en veines sensiblement parallèles et en mouches disséminées au milieu de la gangue syénitique *p* : celle-ci a 2 mètres d'épaisseur, et elle passe par degrés au gneiss *gn*, en même temps que le minerai disparaît.

Mine d'Utö.

L'île d'Utö, située dans l'archipel, à 6 lieues de Dalarö, est formée d'un gneiss riche en feldspath, qui est traversé par de nombreuses veines de granite à grands cristaux du genre de celles dont il a été question plus haut, page 201.

Nature du minerai.

Le minerai, qui atteint une puissance de 40 mètres, se compose d'un mélange de fer oxydulé et de fer oligiste; quelquefois ce dernier oxyde se montre en mouches cristallines au milieu de l'oxyde magnétique; plus ordinairement les deux éléments sont indistincts, et la présence du fer oligiste n'est décelée que par la teinte rougeâtre de la poussière.

Disposition rubannée de la gangue.

Un quartz jaspé coloré en rouge par l'oxyde de fer constitue la gangue ordinaire du minerai. A la mine de Nyköping, ce jaspe *j* a une structure remarquable (*fig.* 10): il forme avec le minerai une série de petites veines alternantes et parallèles, épaisses de 2 à 3 millimètres, dont la forme est fort sinueuse; souvent ces veines rubannées sont interrompues et comme déchirées, ainsi que l'indique la figure 10. On peut croire, d'après l'inspection de beaucoup d'échantillons, que, lors de la consolidation, le jaspe et l'oxyde de fer se sont séparés suivant des zones parallèles, disposition qui s'observe quelquefois aussi dans les roches plutoniques, comme, par exemple, dans le porphyre de Dobritz, près Meissen, en Saxe, puis, qu'un mouvement postérieurement survenu dans

cette masse encore pâteuse, a contourné, étiré ou déchiré ces veines.

De la roche à pétalite, triphane, lépidolite, tourmaline et oxyde d'étain.

Sur une partie de son étendue, l'amas de minerai est séparé du gneiss par du quartz corné d'un gris foncé; ailleurs, du calcaire blanc avec mica et amphibole actinote, ou du schiste amphibolique mélangé d'oxyde de fer forment le passage du gneiss au minerai.

Outre les deux oxydes de fer et le jaspe, qui sont les principaux éléments de l'amas d'Utö, on y a encore trouvé la pyrite de fer ordinaire, la pyrite magnétique, le fer arsenical, la galène, le cuivre sulfuré, l'argent natif disséminé dans le cuivre sulfuré et l'oxyde de fer, l'oxyde d'étain qui n'a pas été rencontré dans d'autres gîtes en Suède, l'épidote, l'apophyllite, la datholite, la tourmaline, le lépidolite, le pétalite et le triphane.

Minéraux renfermés dans le gîte d'Utö.

Ces quatre derniers minéraux, savoir : le pétalite, le triphane, le lépidolite et la tourmaline, sont abondamment disséminés dans une roche à texture granitoïde composée de quartz, d'orthose et de mica; les cristaux d'orthose atteignent jusqu'à 2 ou 3 décimètres de longueur. Cette roche, où l'oxyde d'étain est disséminé, forme des ramifications fort irrégulières qui coupent nettement la masse du minerai. Le plan et la coupe ci-joints (*fig.* 11 et 12) donnent une idée de ce que l'on peut observer, relativement à la disposition de ces veines sur les parois du gouffre imposant de la mine de Nyköping. Un diaphragme de plus de 25 mètres de longueur, qui sépare deux massifs de minerai aujourd'hui exploités, est entièrement formé de cette roche granitique *g*; *m* représente le minerai.

Les éléments de cette roche sont groupés en raison de leur fusibilité.

Il est à remarquer que cette roche curieuse passe, en plusieurs points, et notamment à son contact avec le minerai, à une roche granitoïde qui n'est plus formée que de quartz et d'orthose. Ainsi, le lépidolite et les autres silicates à base de lithine, qui sont les substances les plus fusibles de l'association, se trouvent concentrés vers le centre de l'amas, tandis que les minéraux les plus réfractaires (le quartz et l'orthose) se sont fixés vers les bords et en contact avec le minerai. Un tel triage doit tendre à s'opérer lors du refroidissement et de la cristallisation d'un assemblage d'éléments hétérogènes, et c'est effectivement ce que l'on peut observer dans beaucoup de roches plutoniques. Ainsi, dans la chaîne des Vosges, comme dans la contrée de Christiania, la syénite, habituellement pauvre en quartz, passe à un granite quartzeux près de son contact avec les roches antérieures.

Très-fréquemment, les grands cristaux d'orthose et quelquefois ceux de pétalite sont fissurés et traversés par de petites veines de lépidolite; ou bien encore, cette dernière substance est disposée en auréoles autour des cristaux de triphane, de telle sorte qu'il est évident que la lépidolite, qui est le minéral le plus fusible de cette réunion, a cristallisé après le feldspath et même aussi postérieurement au pétalite et au triphane. Très-souvent encore on trouve dans les fissures des enduits minces de chaux fluatée violette, qui s'y est, par conséquent, déposée quand la roche était déjà consolidée, comme celle qui s'observe dans le filon granitique de Finbo, près de Fahlun.

La roche à lithine dont il vient d'être question forme, au milieu du minerai, des ramifications

puissantes et irrégulières qui sont sans doute analogues aux petits filons des environs d'Arendal, qui contiennent le zircon, la gadolinite et le sphène.

Gisement de l'apophyllite.

C'est dans des petits filons qui traversent le minerai que l'apophyllite a été abondamment rencontrée. Elle était associée à de la chaux carbonatée et à du quartz cristallisé, transparent ou enfumé. La chaux carbonatée, d'une transparence quelquefois aussi parfaite que celle du spath d'Islande, s'y présente sous une variété de formes que l'on ne retrouve peut-être dans aucun autre gisement en Suède. Le principal de ces petits filons épais de 2 à 3 décimètres, a été reconnu sur 42 mètres de largeur et 48 de longueur.

Mine de Bastnäes, près Ridarrhytta.

La mine du mont Bastnäes, près de Ridarrhytta, en Westmanie, se distingue, de même que celle d'Utö, par la présence de plusieurs minéraux, qui n'ont été rencontrés nulle part ailleurs en Suède.

Le minerai, qui consistait principalement en fer oligiste et aussi en fer oxydulé magnétique, y était associé aux substances suivantes : amphibole actinote, asbeste, fer sulfuré, cuivre pyriteux, molybdène sulfuré, bismuth sulfuré, tellurure de bismuth, cobalt sulfuré (Co^2Su^3), cérite, cérine, carbonate et fluorure de cérium, bitume.

Gîte de Dannemora. Sa composition.

Nous citerons, comme dernier exemple, le gîte de Dannemora, le plus important du royaume par l'abondance et par la bonne qualité de son minerai. Sa puissance atteint 52 mètres vers le milieu; plusieurs amas se succèdent à des distances rapprochées, sur une longueur de 2 kilomètres.

Le fer oxydulé y est intimement mélangé à la chlorite, plus rarement à du calcaire ; le minerai,

d'une couleur sombre et à grain fin, est traversé en tous sens par des fissures qui le partagent en petits polyèdres; les parois de séparation de ces polyèdres sont planes et habituellement revêtues d'un enduit brillant de chlorite qui y forme quelquefois aussi des veinules.

Sur une partie de son contour, l'amas est en contact aussi avec un calcaire gris foncé, assez analogue à celui des environs de Brevig en Norvége, qui appartient aux couches de transition. Ce calcaire est imprégné de fer oxydulé en grains très-fins, à peine visibles à l'œil nu, qui forment près des $\frac{4}{5}$ de son poids. Si l'on en sépare toutes les parties magnétiques, à l'aide du barreau aimanté, il reste une poussière grise; cette poussière consiste en un carbonate de chaux ferrifère, mélangé d'une matière charbonneuse, qui colore le résidu du traitement par l'acide chlorhydrique.

Calcaire de fer oxydulé et matière charbonneuse.

Le calcaire de Dannemora renferme aussi quelquefois de la pyrite de cuivre et de l'amphibole actinote.

Sur d'autres points, le minerai est avoisiné par une roche pétro-siliceuse, entremêlée de parties calcaires, assez analogue à celle de Sahla; çà et là, cette roche, que les mineurs comprennent sous la dénomination générique de *hälleflinta*, est porphyroïde : elle renferme des cristaux de feldspath à l'état nacré et des grains de quartz; elle a alors une grande ressemblance avec le porphyre brun de Framont.

Autres roches encaissantes.

On trouve aussi, avec le minerai de Dannemora, la pyrite de fer, quelquefois en morceaux massifs d'un décimètre cube, la blende, la galène, le fer arsenical, le quartz, le grenat, l'amphibole, l'asbeste, la chaux carbonatée, la baryte sulfatée

Minéraux associés au minerai.

contre dix, vingt et davantage sur une étendue de quelques kilomètres carrés. Ils sont quelquefois disposés sans aucune régularité apparente, comme le montre la carte du district de Persberg et de Ingshytte (*fig.* 13 et 13 *bis*, *Pl. V*). Mais plus souvent ils sont groupés en files rectilignes, parallèles aux feuillets du gneiss, comme dans la paroisse de Grangjärde ou au Bispberg (*fig.* 14) en Dalécarlie, ou encore comme aux environs de Ridarrhytta (*fig.* 15).

Le minerai consiste en fer oxydulé quelquefois mélangé de fer oligiste.

Le minerai de fer, presque exclusivement répandu dans ces gîtes, est le fer oxydulé magnétique. Le fer oligiste ne se rencontre que dans un petit nombre de mines et ordinairement en faible quantité. Cependant il est assez abondant à Utö, à Långsbanhytta, au Bispberg, dans la paroisse de Norberg, dans celle de Gellivara et de Juckasjerwi en Laponie, et dans les environs de Grangjärde en Dalécarlie; une des mines de ce dernier district, celle de Håcksberg et l'un des amas du mont Bastnaes, en sont principalement formés. Ces deux oxydes se trouvent soit en mélange intime, soit séparés, et dans ce dernier cas il est à remarquer que le fer oligiste est habituellement associé à une gangue quartzeuse.

Manganèse, titane.

Le fer oxydé magnétique renferme ordinairement de 1/2 à 1 pour 100 d'oxyde de manganèse; celui de Dannemora en renferme plus que cette moyenne, et c'est sans doute une des circonstances qui rendent ce minerai si éminemment propre à la fabrication de l'acier. Il en est de même du minerai de Klapperud, paroisse de Fröskog, en Dahlsland. Le chrôme n'y a pas été observé. Le titane n'a jusqu'ici été reconnu que dans les minerais de trois localités; dans ceux de

Dahlsland, dans ceux de Taberg et à Ulfön, dans la paroisse de Noetera en Angermanie; le minerai de cette dernière localité est un véritable fer titané.

Minéraux métalliques et gangues ordinairement mélangés au minerai.

Le fer sulfuré cubique, le fer sulfuré magnétique, le cuivre pyriteux, la blende, sont les minéraux métalliques qui sont le plus habituellement et le plus abondamment mélangés au minerai.

Les gangues les plus ordinaires sont : la chaux carbonatée, qui est quelquefois magnésifère; le grenat, que l'on traite quelquefois comme minerai de fer; l'amphibole, le pyroxène, l'épidote, le mica, la chlorite, le talc, le quartz et plus rarement le feldspath. Toutes ces substances sont quelquefois simultanément réunies dans le même gîte, comme dans les environs de Philippstadt ou à Arendal; mais plus ordinairement, il s'y trouve seulement plusieurs d'entre elles, et, suivant que l'un ou l'autre minéral prédomine, il résulte une assez grande diversité dans la composition des gîtes; des amas très-voisins ou contigus ont souvent des gangues différentes.

Minéraux accidentels.

Outre ces minéraux, qui forment leur constitution essentielle, les gîtes subordonnés au gneiss en renferment accidentellement un grand nombre d'autres; voici l'énumération des espèces qui y ont été rencontrées, tant en Suède qu'en Norvége; ce sont :

Le fer arsenical;

La galène;

Le cuivre sulfuré et le cuivre panaché;

Le cobalt gris (près de Ridarrhytta) (1);

(1) On a indiqué entre parenthèses, à la suite des substances les moins fréquentes, les noms des localités où elles se trouvent.

Le molybdène sulfuré;

Le bismuth sulfuré (Bastnaes); ces trois derniers minéraux se trouvent plus particulièrement associés aux gîtes de cuivre pyriteux;

Le tellurure de bismuth. Il n'a été trouvé qu'à la mine de Bastnaes;

L'oxyde d'étain. Il ne se rencontre qu'à Utö;

Oxyde de nickel (Nordmark, près de Philippstadt);

Oxyde rouge de cuivre;

Corindon (Gellivara);

Spinelle noir (Arendal);

Or natif (Swappavara en Laponie, Arendal);

Argent natif (Persberg et Nordmark, près de Philippstadt);

Arragonite (Långsbanhytta);

Manganèse carbonaté (*id.*);

Chaux carbonatée magnésifère;

Fer spathique, en très-faible quantité (Ridarrhytta, Bisperg, paroisse de Norberg, Arendal);

Carbonates de cuivre bleu et vert;

Baryte sulfatée (Dannemora, Stass, paroisse de Floda en Sudermanie; Kovovara en Laponie);

Berzélite (Långsbanhytta);

Apatite; elle est mélangée intimement dans les nombreux gîtes des environs de Grandjärde en Dalécarlie, ainsi qu'à Gellivara; surtout abondante à la mine de Lyngrot, près d'Arendal.

Spath fluor;

Fluorure de cérium hydraté, seulement à Bastnaes;

Tungstate de chaux (Dalkarlsberg, paroisse de Nora en Westmanie et au Bispberg);

Cobalt arséniaté;

Béril (mine du Solberg, près Arendal);

Tourmaline (Utö);

Axinite (Utö, Nordmark, près de Philippstadt);

Pyrosmalite, seulement dans cette dernière mine;

Datolite (Arendal, Utö);

Botryolite (Arendal);

Lépidolite, Pétalite, Triphane } seulement à Utö;

Sphène (Taberg en Wermeland (1), paroisse de Hællestad en Ostrogothie, Arendal);

Cérine, Cérite, Cérium carbonaté } seulement à Bastnaes;

Gadolinite (mines des environs d'Arendal, Taberg en Wermelande);

Zircon (mine de Barboe, près Arendal, Solberg, près Naes en Norvége);

Asbeste;

Scapolite,

Gillingite (paroisse de Swärta en Sudermanie);

Saponite;

Hydrophite;

Serpentine noble;

Pikrolite; celle de Taberg en Wermlande, renferme des traces de vanadium; mais ce métal se trouve sans doute aussi à un autre état de combinaison.

Apophyllite; celle d'Utö contient du fluor comme l'apophyllite des îles Féroë, d'après M. Berzélius.

---

(1) Le condrodite a été trouvé au Taberg en Wermeland, mais dans la dolomie qui avoisine le gîte.

Stilbite (Långsbanhytta);
Laumonite (Vick, près de Garpenberg);
Analcime;
Zéolite farineuse;
Œrstédite (Arendal);
Graphite (Bispberg),
Anthracite et houille (Dannemora, Långsbanhytta, Ridarrhytta, paroisse de Grythytta);

Le bitume a été rencontré dans beaucoup de mines; d'abord dans toutes les localités qui viennent d'être citées pour la présence du graphite ou de l'anthracite, et de plus, dans quelques autres encore, comme à Gräsberg, dans la paroisse de Grangjärde, au Bispberg, près de Norberg, etc.). D'après cette association, il est très-probable que le bitume et les amas résultent d'une distillation de combustibles minéraux; on voit de plus à Dannemora qu'il a été séparé antérieurement à la formation des cristaux de la chaux carbonatée et de quartz, dans lesquels il est contenu.

Relation de l'amas avec les roches encaissantes.

Dans le voisinage du gîte, le gneiss passe le plus souvent au micaschiste ou au schiste amphibolique, et l'amas de minerai se lie lui-même par une transition tout à fait graduelle à ces dernières roches ou au gneiss, ainsi qu'on le voit dans plusieurs exemples indiqués plus haut. Très-fréquemment, la liaison s'établit par l'intermédiaire d'une roche composée de silicates qui forme la gangue de l'amas de fer, et qui se soude elle-même au gneiss, comme on le voit à Långsöe et à Thorbjörnsboe, près d'Arendal.

Un assez grand nombre d'amas ferrifères ont pour toit ou pour mur du calcaire: c'est le cas pour les mines d'Utö, de Dannemora, de Långsbanhytta, de Persberg et Ingshytte près de Philippstadt,

de Nyang, dans la paroisse de Thorsäcker et de quelques-uns des environs d'Arendal. C'est particulièrement dans ce cas que le minerai est accompagné et entouré de silicates à base de chaux, tels que le grenat, l'épidote, etc. (Voyez *fig.* 13, 13 *bis*, 33, 34 et 35, *Pl. VII.*) Ces silicates ont été très-vraisemblablement formés aux dépens du calcaire; il n'est donc pas étonnant qu'alors, comme dans le cas précédent, il n'y ait aucune démarcation tranchée entre le minerai proprement dit et la roche encaissante.

Filons granitiques dépendant des gîtes.

Il existe dans diverses mines, comme à Langsöe, Loerrestwed, Thorbjörnsboe, près Arendal et à Utö, des filons ou veines granitiques qui renferment quelquefois des minéraux étrangers à l'amas; comme ils coupent nettement le gîte et quelquefois le gneiss encaissant, on reconnaît qu'ils se sont consolidés après l'existence de ces roches; mais ils ont plutôt la forme de sécrétion que celle de filons injectés; en effet, ils ne se prolongent que sur de faibles distances; d'ailleurs, il y a quelquefois, au Solberg, près Naes, par exemple, un passage évident de la roche granitique au gneiss; enfin, certaines veines parallèles au gneiss ont une composition identique à celle-ci. Elles paraissent donc devoir être assimilées par leur mode de formation aux veinules irrégulières qui se ramifient fréquemment dans le gneiss.

2° Des amas incorporés dans les roches plutoniques.

L'amas du Taberg en Smolande, paraît différer des amas enclavés dans le gneiss. D'après M. Haus-

mann (1), c'est une roche amphibolique qui s'élève au milieu du gneiss sous forme d'un dôme isolé, et où le fer oxydulé est contenu sous forme de veines et aussi en mélange intime. Des roches amphiboliques, analogues à celle qui constitue le Taberg, s'élèvent au milieu du gneiss en plusieurs points des environs, mais elle sont stériles.

Le Taberg paraît donc être ici le représentant d'amas de minerai de fer incorporés dans les roches plutoniques analogues à ceux de Blagodat, de Nischne-Tagilsk et de Katschkanar dans l'Oural. N'ayant pas visité le Taberg, je n'insisterai pas davantage sur cette espèce de gîtes.

3° *Des amas de contact renfermant des minerais de fer, de cuivre, de plomb et d'argent* (2).

Contrée de Christiania.

Le terrain de transition des environs de Christiania se compose généralement de schiste argileux, quelquefois alunifère, de calcaire et de grauwacke. Des massifs de granite et de syénite s'élèvent au milieu de ce terrain, qui est en outre coupé par des roches porphyriques et dioritiques.

Position des amas de contact.

Loin du granite et de la syénite, les couches de transition ne renferment guère d'autre minéral métallique que la pyrite de fer; mais en général, dès qu'elles s'approchent du granite, elles acquièrent des caractères particuliers; le schiste se durcit, le calcaire se charge de silicates, particulièrement de grenats. C'est aussi précisément à la

(1) *Reise durch Scandinavien*, tome I, page 165.

(2) Les amas de fer de cette catégorie ont de tels rapports avec ceux de cuivre, plomb, argent, cobalt, que je n'ai pas cru devoir les séparer.

jonction du terrain de transition avec les roches plutoniques que se trouvent de nombreux amas métallifères, dans la contrée de Christiania, aux environs de Drammen, de Skeen et de Mjösen (1).

Leur forme.

Ces amas, de forme tout à fait irrégulière, s'étendent tantôt dans la roche plutonique, tantôt, et plus fréquemment, dans le terrain de transition : dans ce dernier cas, ils s'allongent ordinairement dans le sens des couches.

Leur composition minéralogique.

On y a trouvé les substances minérales suivantes : fer oxydulé, fer pyriteux, galène argentifère, blende, pyrite de cuivre, cobalt gris, fer arsenical, bismuth sulfuré, molybdène sulfuré, cobalt oxydé, acide molybdique, chaux carbonatée spathique, chaux fluatée, apatite, grenat cristallisé ou amorphe, épidote, datolite, axinite (Aaserud), helvine.

Minéraux prédominants.

Le fer oxydulé, la galène argentifère et la pyrite de cuivre ont été rencontrés souvent dans les mêmes amas, et selon la prédominance de l'une ou de l'autre de ces substances, le gîte a été exploité pour fer, plomb, argent ou cuivre. Telles sont les mines de fer d'Aaserud, près d'Eidsfoss, et des paroisses de Lier et d'Asker, celles de plomb argentifère de Vedelseje, près Drammen ; enfin, la mine de cuivre de Gjellebäk. Les gangues les plus habituelles sont le grenat et la chaux carbonatée : cependant l'helvine était abondante à la mine de Hörte.

Gîtes d'Aaserud et de Narverud.

Nous indiquerons pour exemple, la disposition des mines d'Aaserud et de Narverud. A Aaserud

(1) *Keilhau. Goea norwegica.*

(*fig.* 16 et 17, *Pl. V*), le minerai de fer *m* s'appuie contre une roche amphibolique *d* qui forme des filons dans le calcaire *c*; à mesure qu'il s'éloigne du filon, sa gangue se mélange de chaux carbonatée. L'amas de Narverud (*fig.* 18 et 19) est à la séparation du granite *g* et du schiste ; cette dernière roche est fortement durcie près du massif granitique. Le minerai qui, près de la surface, consistait en fer oxydé magnétique avec grenat se mélangea, à partir de 6 ou 8 mètres de profondeur, à une si forte proportion de pyrite de fer et de pyrite de cuivre, qu'on fut forcé d'en abandonner l'exploitation.

Plus de soixante gîtes de ce genre ont été reconnus dans le sud-est de la Norvége. D'après M. Keilhau, sur trente-cinq d'entre eux, dont la position est bien connue, dix-neuf étaient à la jonction même des terrains plutoniques et de transition; les autres se trouvaient à peu de distance de la surface d'intersection : quatre étaient situés dans le granite ou dans la syénite, douze dans le schiste durci ou dans le calcaire. Aucun de ces amas n'a pu être suivi bien profondément; la richesse de quelques-uns n'était même que superficielle; ils n'ont donné lieu qu'à des exploitations de peu d'importance.

Amas des environs de Cimbrishamn, en Suède.

Le grès de transition de la Scandinavie, qui est à grains et à ciment quartzeux, renferme quelquefois aussi des veines de quartz cristallisé. Aux environs de Cimbrishamn, en Suède, particulièrement à Horsehall, près Gladsax, et non loin de Gislöf, ce grès est en outre traversé par plusieurs filons et veines formés de chaux fluatée, de chaux carbonatée spathique, de baryte sulfatée, de quartz, de galène et de blende. Nulle part ailleurs, en Suède,

on ne rencontre si abondamment le spath fluor ; il est incolore ou coloré en vert, jaune, rouge, violet ou bleu, compacte ou cristallisé. Leur composition, ainsi que l'a observé M. Hausmann (1), rappelle celle des filons du Derbyshire.

Le diluvium recouvre le sol aux environs de Cimbrishamn ; cependant le granite proprement dit affleure à moins d'un mille de Gladsax, à Stenshufrud. Ces épanchements de minéraux variés ont donc eu lieu dans le terrain de transition, non loin de l'endroit où il repose sur le granite. Ainsi, leur position géognostique paraît se rapprocher de celle des environs de Christiania. Il est voisin de l'affleurement du granite.

4° *Du minerai de fer des lacs et des marais.*

Un grand nombre de lacs et de marais de la Suède renferment du minerai de fer de formation extrêmement récente, la précipitation de ce minerai continue même à se produire journellement encore en beaucoup de lieux, ainsi que l'ont observé depuis longtemps les habitants du pays, qui lui ont donné le nom de *minerai des lacs* (*sjömalm*), et de *minerai des marais* (*myrmalm*). Il est surtout abondant en Smolande, en Wermlande, où plus de deux cents lacs en contiennent, et dans beaucoup d'autres provinces, entre autres en Dalécarlie, dans le Hjelmaren, en Néricie, en Herjedale, en Jemtlande, etc. On peut encore observer des dépôts journaliers semblables à ces minerais sur les bords du fleuve Luléo en Laponie. Position du minerai des lacs.

(1) *Reise durch Scandinavien*, tome I, page 129.

Nature de ce minerai.

Le minerai est souvent en grains arrondis, dont la dimension est ordinairement inférieure à celle d'une noisette; chaque grain présente des feuillets concentriques bruns, d'un jaune d'ocre, ou d'un aspect noir et piciforme; il consiste principalement en hydrate de peroxyde.

Composition du minerai des lacs.

M. Swanberg (1) a donné la composition de trente-deux variétés de minerai des lacs de Wermlande et de Smolande. La proportion d'acide phosphorique y varie de 0,182 à 1,213 p. 100; celle d'acide sulfurique, depuis des traces jusqu'à 0,43 p. 100, et elle est ordinairement beaucoup plus faible que ne l'indique ce dernier chiffre. L'oxyde de manganèse s'y trouve toujours, au moins en faible quantité, et quelquefois jusque dans le rapport de 34 pour 100. Voici le résultat de trois de ces analyses :

Acide phosphorique	1,21	0,55	0,81
Acide sulfurique	0,07	0,27	traces
Chaux	1,20	1,67	1,96
Magnésie	0,17	0,35	0,13
Alumine	4,25	2,79	3,47
Acide silicique	17,16	9,49	19,61
Oxyde ferrique	61,00	35,39	52,86
Oxyde manganique	2,20	34,72	10,85
Eau et matières organiques	17,73	14,68	10,30
	100,00	100,00	100,00

Son existence en Norwége.

Il se trouve aussi en Norvége du minerai des marais, particulièrement en Tellemarken et dans le gouvernement d'Agershuus. Il a été exploité,

(1) *Upplysninger*, *etc.* Appendice aux Annales du comptoir du fer, 1839.

dans la première province, il y a plusieurs siècles, avant que les riches minerais en roche du pays eussent attiré l'attention; mais aujourd'hui l'on n'en extrait plus.

Usage du minerai des lacs en Suède.

En Suède, ce minerai est peu utilisé, si ce n'est en Smolande, où il fournit la plus grande partie de la fonte que l'on fabrique dans cette province. Il serait plus abondamment exploité, malgré son contenu en phosphore, si le minerai magnétique n'était pas aussi commun dans le pays; car, lorsqu'il est riche en manganèse, ainsi qu'il arrive quelquefois, il est possible d'en extraire du fer de bonne qualité, parce que l'on peut surcharger les laitiers de chaux sans leur faire perdre la fluidité. Les dépôts des lacs seront probablement exploités dans la suite avec plus d'activité. Les deux grandes usines impériales russes des environs d'Olonetz, qui fabriquent des bouches à feu pour la flotte, emploient uniquement des oxydes de lacs et de marais (1), qui sont de la même nature que ceux de la Suède.

DES GÎTES DE CUIVRE.

Les gîtes de cuivre se trouvent sous forme d'amas enclavés dans le gneiss, d'amas subordonnés au terrain de transition et de filons. Nous n'avons plus à revenir sur les amas de contact, dont il a été question plus haut, en même temps que des amas de fer de même nature.

---

(1) *Annuaire du journal des mines de Russie.* 1835, p. 231.

1° *Des amas cuprifères subordonnés au gneiss.*

Analogie de ces amas avec ceux de fer.

Les amas de cuivre subordonnés au gneiss ont un gisement très-analogue à celui des amas du minerai de fer; comme ceux-ci, ils sont aplatis parallèlement aux feuillets du gneiss, qui, dans leur voisinage, passe le plus ordinairement au micaschiste, puis à l'amas métallifère lui-même. Nous citerons comme exemple de ces gîtes l'amas de Fahlun en Dalécarlie, le plus célèbre de tous par sa dimension et les minéraux rares que l'on a trouvés dans le voisinage; puis ceux des environs de Röraas en Norvége.

Amas de cuivre de Fahlun.

Tout le gîte de Fahlun (*fig.* 20, 21, 22 et 23, *Pl. VI*) est renfermé dans une roche quartzeuse *q*, qui constitue un vaste amas au milieu du gneiss, dont elle est séparée par une zone intermédiaire de micaschiste. Ces trois variétés de roche passent insensiblement de l'une à l'autre.

Le gîte métallifère est au milieu d'une roche quartzeuse.

La masse quartzeuse, d'un gris foncé, est fréquemment mélangée de mica, d'amphibole, de pyrite de fer et de pyrite de cuivre; mais ces substances ne s'y trouvent en général qu'en faible quantité.

Skölar qui circonscrivent le minerai.

Il est très-remarquable que la pyrite de cuivre, objet de l'exploitation, soit tout particulièrement accumulée le long de certaines roches talqueuses *s*, en forme de couches très-contournées, qui, comme des cloisons irrégulières, subdivisent l'amas quartzeux en plusieurs amas partiels : de là le nom de *skölar* (1) (écorce, enveloppe), qui a été donné par les mineurs à ces roches. Ce sont quelques masses quartzeuses interceptées entre ces

---

(1) Que l'on prononce à peu près *scheuler*.

cloisons qui forment, à proprement parler, les gîtes cuivreux exploitables. Les skölar consistent en talc schisteux, en schiste chloritique ou micacé, qui sont çà et là mélangés à du calcaire cristallin et à de la serpentine; accidentellement, ils sont aussi imprégnés de pyrite cuivreuse, et ils renferment en outre des minéraux variés. On distingue à Fahlun deux skölar principaux qui se réunissent et se séparent de manière à intercepter plusieurs amas partiels ou nids cuprifères, dont les plans et coupes ci-joints représentent les formes. Ils sont réduits, d'après des levers qui viennent d'être faits par M. Troïlius, et donnent une idée plus circonstanciée et plus exacte de la structure de l'amas que les dessins antérieurs; la configuration des skölar a été suivie avec soin, parce que ces roches forment un guide précieux pour les mineurs, ainsi qu'ils l'ont remarqué depuis longtemps.

Composition et dimensions de l'amas.

L'amas principal de minerai, le plus étendu de ceux indiqués sur le plan, et qui a fourni depuis cinq siècles une énorme quantité de minerai de cuivre, renferme, outre le cuivre pyriteux, la pyrite de fer ordinaire qui est très-abondante, la pyrite magnétique, la galène, la blende et le fer oxydé magnétique, le tout disséminé dans une gangue quartzeuse. Son plus grand diamètre horizontal atteint 320 mètres, et la profondeur à laquelle il est exploité 360; quant à la puissance des skölar, elle varie de quelques centimètres à 40 mètres; elle est moyennement de 20 mètres.

Filons quartzeux qui avoisinent l'amas.

On s'est récemment aperçu que le minerai de cuivre n'est pas seulement appliqué, comme il vient d'être dit, le long des skölar, mais qu'il forme aussi un grand nombre de véritables filons *ff*, qui sillonnent l'amas quartzeux. Ces filons,

à peu près rectilignes, contiennent la pyrite de cuivre avec très-peu de pyrite de fer, et ces sulfures sont disséminés dans une gangue de quartz qui se fond avec la roche encaissante. Pendant très-longtemps négligés, ils sont aujourd'hui devenus la principale ressource de l'exploitation.

Filons de trapp.

En plusieurs régions des mines, on a rencontré des filons de trapp *t*, qui, d'après M. Hausmann et d'après M. Troïlius, sont quelquefois arrêtés ou rejetés par les skölar. La roche est d'un vert sombre et à grains fins; dans les parties où le filon s'élargit, elle renferme de la laumonite qui, près de la surface du sol, est à l'état terreux.

Blocs de granite enclavés dans le minerai.

Enfin, en diverses parties du gîte, au milieu même du minerai, M. Troïlius et M. le Bergrath de Forselles ont observé des masses de granite (*fig*. 20, 22 et 23) qu'ils considèrent comme des *blocs* empâtés par la roche encaissante; quelques-unes de ces masses ont de très-grandes dimensions.

Minéraux de l'amas.

Les minéraux variés qui proviennent de l'amas de Fahlun se rencontrent, pour la plupart, dans les skölar; ce sont : le talc, la chlorite, le mica et les sulfures métalliques de l'amas, le fer oxydulé magnétique en octaèdres identiques à ceux qui sont aussi disséminés dans le schiste chloritique, à la mine de Björnmyrsweden en Dalécarlie, dans le Tyrol et dans d'autres localités; la fahlunite, la cordiérite, le gahnite, le feldspath, qui y est rare; le grenat en cristaux qui atteignent un diamètre de 2 décimètres; le malacolite, l'amphibole actinote, la serpentine noble, la laumonite, l'apophyllite, l'anhydrite, le gypse, la dolomie et le vitriol rouge.

J'ai observé des cristaux de fahlunite entourés d'une croûte de galène, et inversement d'autres cristaux de la même substance renfermant un noyau de galène ou de pyrite. Ainsi, la cristallisation de la fahlunite, et probablement aussi celle des autres minéraux qui l'accompagnent, est exactement contemporaine de la solidification du minerai.

Le minerai de cuivre est partagé en trois variétés principales, selon la nature des gangues :

Des minerais de cuivre, plomb, argent et or.

a) Le minerai dur (*hårdmalm*) consiste en pyrite de cuivre et en pyrite de fer avec une gangue principalement quartzeuse.

b) Le minerai tenace (*segmalm*) qui est mélangé aux roches de talc, chlorite et mica, provient principalement des skolar.

c) Le minerai tendre (*blötmalm*) se compose de pyrite de fer et de cuivre sans beaucoup de roche stérile; il se trouve surtout dans l'intérieur de l'amas.

La galène, qui est aussi exploitée pour plomb et argent, renferme 6 à 7 ou 8 lots de ce dernier métal. La galène la plus argentifère est voisine des skölar. On sait que M. Berzélius y a signalé la présence du sélénium.

Les pyrites de fer, de cuivre et la galène renferment aussi une faible quantité d'or; on n'extrait ce métal que de la dernière substance, en traitant l'argent qui en provient par l'acide nitrique.

Le minerai de Fahlun renferme du cobalt et de l'antimoine, que l'on trouve dans le cuivre noir. M. Sefström croit y avoir reconnu en outre la présence du mercure.

Analogie avec l'amas d'Altenberg en Saxe.

Le grand amas cuprifère de Fahlun, flanqué par de nombreux filons de même nature, a une certaine analogie avec le gîte d'étain d'Altenberg(1) en Saxe. Là aussi se trouve un amas qui paraît contemporain du porphyre encaissant et près duquel sont des filons du même minerai qui s'y lient, tout en coupant nettement la roche qu'ils traversent.

Mines de Röraas en Norvége.

Parmi les amas de cuivre subordonnés aux schistes cristallins de la Norvége, ceux des environs de Röraas sont aujourd'hui les plus importants. La roche qui les contient est un schiste chloritique, qui, par un mélange de talc argentin, passe au schiste talqueux; elle renferme du mica; très-rarement du quartz; le grenat y est très-abondant; souvent ce minéral s'y trouve en cristaux très-petits et extrêmement nombreux.

Les amas de Röraas, au lieu d'être dans une position voisine de la verticale, comme il arrive le plus ordinairement, ne sont que peu inclinés; celui exploité à la mine de Storwarts, qui est le principal, fait un angle de 5 à 10° avec l'horizon. La pyrite de cuivre y est mélangée de pyrite de fer ordinaire, de pyrite magnétique et de blende. Le quartz est la gangue prédominante; de même qu'à Fahlun, il est accompagné de grenat, d'amphibole hornblende, de mica, de talc et d'asbeste.

Plusieurs gîtes analogues sont exploités dans la contrée. Leur minerai rend de 3 à 9 pour 100 de cuivre, dont la qualité est supérieure à celui de Fahlun, parce que le minerai y est moins mélangé à d'autres sulfures métalliques.

---

(1) Voyez *Annales des mines*, tome XX, page 78.

Il résulte de l'examen de toutes les substances qui ont été signalées dans les amas de cuivre de la Suède et de la Norvége, que l'on y a trouvé tous les minéraux des amas de fer, excepté les suivants : De la composition des amas de cuivre. Analogie et différence avec les mines de fer.

Tellurure de bismuth, oxyde d'étain, corindon, fluorure de cérium, fer spathique, manganèse carbonaté et silicaté, tungstate de chaux, apatite? apophyllite? axinite, tourmaline, datolite, pyrosmalite.

Il est à remarquer que presque tous ces minéraux, qui sont exclusivement propres aux gîtes de fer, y sont d'une extrême rareté, et qu'ils n'y ont été, pour la plupart, observés que dans une seule localité.

D'un autre côté, les gîtes de cuivre renferment les minéraux suivants, qui sont étrangers aux amas de fer.

Cuivre natif; bismuth natif (Nyberg et paroisse de Åhl en Dalécarlie); cuivre gris; cobalt arsénical (Ridarrhytta); eukairite, séléniure de cuivre, urane oxydé (tous trois à Skickerum en Smolande); gahnite (Fahlun et Garpenberg); chabasie (Gustafsberg en Jemtlande).

Toutes ces substances sont très-rares aussi dans les mines de cuivre, et on peut dire que la composition qualitative des amas de fer et des amas de cuivre est la même, à part un petit nombre de substances accidentelles particulières aux uns et aux autres. La différence n'est vraiment que quantitative, c'est-à-dire que dans les premiers prédomine l'oxyde de fer; dans ceux-ci, le cuivre pyriteux.

2° *Gîtes de cuivre en filons.*

Terrain formé de couches de transition et de diorite à Kaafjord.

Les schistes, les grauwakes et le calcaire de transition, forment dans le Finmark, un lambeau de 10 à 12 lieues en tous sens, auquel est subordonné un conglomérat qui, d'après M. Russegger, paraît analogue à l'*old-red-sandstone* de l'Angleterre (1). Ces couches sont supportées par le gneiss et le micaschiste qui s'étendent sur la presque totalité de la Norvége septentrionale et de la Laponie. Le long du Kaafjord s'élève du milieu du terrain, sous forme de collines escarpées, une masse de diorite, ordinairement à grains fins et souvent imprégnée de pyrite magnétique, qui passe à l'euphotide. Elle a fait subir dans son voisinage aux couches de transition des altérations analogues à celles que l'on observe dans des circonstances semblables près de Christiania. Le calcaire est devenu cristallin ou silicaté, le schiste passe au hornstein, et le grès est fritté. Les deux terrains sont en outre séparés par des brèches qui renferment de nombreux fragments des roches adjacentes. Le terrain plonge en tous sens à partir de la masse plutonique qui, par conséquent, paraît les avoir soulevées.

Composition des filons de cuivre.

Les filons cuivreux, tous renfermés dans cette diorite, courent en diverses directions et se ramifient quelquefois en plusieurs branches. Le minerai ordinaire, qui consiste en cuivre pyriteux accompagné de pyrite de fer, est répandu dans une gangue de quartz, plus rarement de spath calcaire et de chaux carbonatée magnésifère.

(1) Afin de pouvoir jeter un coup d'œil d'ensemble sur les mines de la Scandinavie, j'ai extrait ces divers renseignements d'une notice publiée par M. Russegger. *Karstens Archiv.*, tome XV, page 759.

Quelquefois le filon empâte des fragments de diorite. L'affleurement des filons est à l'état de décomposition et présente le *chapeau de fer* connu des mineurs.

Ces filons sont remarquables en ce qu'ils s'interrompent brusquement dès qu'ils atteignent le terrain schisteux. Cependant, à la mine de Woodfall, on voit le filon entrer dans le schiste. Il n'y a donc pas à douter qu'ils soient postérieurs à la diorite et, à plus forte raison, au terrain de transition. Ils sont coupés et rejetés par des failles. Ils s'interrompent au sortir de la diorite.

Aux environs de Raipas, qui est à 20 kilomètres des filons du Kaafjord, on trouve les mêmes couches de transition, mais sans diorite; les filons qui sont exploités dans une puissante série de couches calcaires, renferment habituellement le cuivre panaché, le cuivre pyriteux, la chaux carbonatée, la baryte sulfatée, le quartz, et très-rarement la pyrite de fer. Ces filons ne sont, à proprement parler, qu'un conglomérat de débris de calcaire et de schiste auquel le minerai sert de ciment. Vers l'affleurement, on y trouve des arséniates de cobalt et de cuivre, les carbonates de cuivre bleu et vert, les oxydes de fer et de manganèse. Près du filon, le calcaire devient quelquefois siliceux. Filons de Raipas.

La richesse de ces derniers filons est exclusivement limitée au calcaire; dès qu'ils entrent dans le schiste, ils s'amincissent et ils perdent leur richesse, comme il arrive dans le Cumberland aux filons de plomb. Cette circonstance paraît s'expliquer par la manière différente dont ces roches ont résisté à une rupture sous forme de fentes. Ils s'arrêtent à la limite du calcaire.

Il y a peu de minerais de cuivre aussi riches que celui de Raipas; il rend quelquefois 60 et moyen-

nement 18 p. 100. Celui de Kaafjord ne rend que 5 p. 100.

Haute-Tellemarken.

Quelques-unes des anciennes mines de cuivre, dans la haute Tellemarken et d'autres provinces de la Norvége paraissent avoir été exploitées sur des filons.

DES GÎTES DE COBALT.

Tous les gîtes de cobalt sont subordonnés au gneiss.

Tous les gîtes de cobalt de la Scandinavie sont des amas enclavés dans le gneiss; celui de Skutterud, dans la paroisse de Modum, est le plus considérable d'entre eux, et le seul qui soit exploité en Norvége.

Amas de cobalt de Skutterud. Sa composition.

Dans cette dernière localité, la roche métallifère est un micaschiste où le quartz prédomine beaucoup, et qui, accidentellement, passe au schiste chloritique. Le cobalt gris, principal objet de l'exploitation, y est habituellement disséminé en grains amorphes, quelquefois très-fins, qui sont souvent alignés parallèlement aux paillettes voisines de mica. Les cristaux de cette substance sont beaucoup plus rares ici qu'à Tunaberg. Le fer arsenical qui l'accompagne renferme toujours du cobalt en quantité variable depuis des traces jusqu'à 10 p. 100, comme l'a reconnu M. Scheerer, et cela a lieu sans qu'il survienne des variations appréciables dans la valeur des angles des cristaux.

Le même chimiste (1) a aussi trouvé une arséniure de cobalt cristallisé dans le système régulier de la composition $Co\,AS^3$; dans tous les minerais cobaltifères on n'a pas rencontré de traces de nickel.

(1) *Nyt Magazin for naturwidenskabern*, 1838, p. 424.

On trouve en outre dans l'amas de Skutterud de la pyrite de fer ordinaire, de la pyrite magnétique, du cuivre pyriteux, très-rarement du cuivre natif, de la galène, du molybdène sulfuré, du fer oxydé magnétique, du graphite, des petites paillettes au milieu du quartz, du feldspath, de l'amphibole de la variété dite anthophyllite, du pyroxène, du skapolite, du grenat, de la serpentine et de la tourmaline. Ce dernier minéral est en cristaux d'un jaune de miel, qui passent fréquemment au brun; ils sont quelquefois recouverts par une pellicule de pyrite de cuivre. La serpentine est souvent mélangée au quartz dans des proportions variables, de telle sorte qu'il paraît y avoir un passage du quartz à la serpentine. Du feldspath très-cristallin forme çà et là des veines ou amas qui sont considérés par les mineurs comme étant de mauvais augure.

Disposition du gîte.

Le gîte de Skutterud s'étend du nord au sud, comme la montagne qui le renferme, avec une schistosité tantôt verticale, tantôt inclinée; il a été entaillé par des excavations *m* sur 3 kilomètres de longueur et sur une largeur de 5 à 10 mètres. Vers le nord, il se ramifie en deux branches que sépare la roche stérile : les *fig.* 24 et 25, *Pl. VI*, montrent la disposition des travaux et celle du minerai. Du schiste amphibolique sépare ordinairement la roche métallifère du gneiss commun, auquel elle est subordonnée. Ce schiste, formé d'amphibole hornblende, d'albite et de quartz, est traversé par des veines à grands cristaux des deux premières substances.

Allure du minerai.

Il n'y a pas d'uniformité dans l'allure du minerai : dans la partie où le mica est remplacé par la chlorite, le fer arsenical cobaltifère se substitue au cobalt gris. Comme en même temps la pro-

portion de quartz diminue, la roche devient moins dure et les mineurs lui donnent le nom de *raadensteen* (pierre pourrie), tandis qu'ils appellent la roche quartzeuse *friksteen* (roche fraîche). On n'a remarqué aucune variation de richesse, suivant la profondeur. Comme à Kongsberg, la roche à minerai ne se distingue quelquefois de la roche stérile que par cette circonstance que les surfaces qui ont été pendant quelque temps exposées à l'air sont recouvertes d'une poussière jaune ou brune due à la décomposition des sulfures de fer.

Filons granitiques.

Tout le gîte est coupé par des filons de granite de 2 à 3 mètres de large, qui se prolongent aussi dans le gneiss voisin en s'y ramifiant irrégulièrement. Les minéraux qui les constituent, l'orthose, l'albite, le quartz et le mica argentin sont en grandes masses cristallines; il s'y trouve accidentellement aussi du fer oxydulé et de l'épidote. Les veines passent quelquefois à la pegmatite graphique, et sont souvent très-analogues à celles qui traversent les gîtes de Laugsöe, Thorbjörnboe et Laerrestwed, près d'Arendal. Non loin de la mine, on exploite du quartz pour la fabrication du bleu de cobalt dans un filon du même aspect, dans lequel le feldspath et le quartz sont en morceaux massifs de 20 à 25 centimètres de diamètre.

Analogie du gîte de Skutterud avec les faldbands de Kongsberg.

En résumé, le gîte de Skutterud consiste en une zone très-allongée de micaschiste qui est fréquemment imprégné de cobalt gris et d'autres sulfures métalliques. C'est donc un véritable *faldband* analogue au gneiss métallifère que l'on désigne par ce nom dans la contrée de Kongsberg (Voyez plus loin, page 260). Il est aussi à

remarquer que le faldband cobaltifère est dirigé, comme ceux de Kongsberg, du nord au sud. A 16 kilomètres environ au sud de la mine sont les mines de fer de Hassel, dont le minerai est un gneiss pauvre en mica et imprégné de fer oxydulé. C'est une troisième variété de faldband, un *faldband ferrifère*.

Rapprochement des deux principaux gîtes d'argent et de cobalt du nord.

Dans un grand nombre de dépôts, le cobalt se trouve associé à l'argent ; c'est ce que l'on observe dans les mines d'Annaberg et de Schnéeberg en Saxe, et de Joachimsthal en Bohème ; dans celles de la Forêt-Noire, à Sainte-Marie-aux-Mines et à Challanches en France. Aussi est-il probable que ce rapprochement des deux plus grands dépôts d'argent et de cobalt de la Scandinavie, et même de l'Europe septentrionale, à une distance de moins de 40 kilomètres, n'est pas l'effet du hasard, d'autant plus que la formation des deux gîtes paraît remonter à la même époque, et que l'un et l'autre présentent de longues zones schisteuses métallifères, alignées suivant la même direction.

Amas de serpentine non loin du gîte de cobalt.

Au nord des mines, et non loin de là, dans la forêt d'Uhlen, se trouve le gisement des beaux cristaux de serpentine que renferment toutes les collections. L'amas serpentineux (1) est entouré d'une roche très-quartzeuse qui passe au gneiss avoisinant. La partie centrale de l'amas est de la serpentine noble qui dégénère en serpentine commune. Le tout renferme sous forme de noyaux et de veines de la dolomie, lamellaire du fer titané, du fer oxydulé en cristaux octaédriques, du mica noir, du talc et de la chlorite. Le fer titané appartient à

(1) *Böbert. Gæa norvegica*, p. 127.

la même variété que celui de Gastein. A peu de distance au sud du gîte, et dans le prolongement de sa direction, près Tingelstad, le gneiss renferme une masse de serpentine analogue, mais moins étendue.

Gîte de Vena. Le gîte de Vena, près d'Askersund en Néricie, actuellement le plus important de la Suède, paraît être fort analogue à celui de Skutterud ; il consiste en un micaschiste extrêmement chargé de mica d'un noir verdâtre, au milieu duquel se trouve disséminé le cobalt gris avec la pyrite de cuivre. Comme à Skutterud, le micaschiste passe au gneiss ordinaire à peu de distance de l'amas.

Gîte de Tunaberg. La contrée de Tunaberg (1) renferme, dans l'intérieur d'une circonférence de 3 kilomètres, plusieurs amas de minerai de cuivre, de fer, de cobalt et de galène; ces gîtes sont encaissés dans du micaschiste ou dans le calcaire grenu et manganésifère qui est subordonné à cette roche.

C'est dans une de ces masses de calcaire qu'est exploité le minerai de cobalt. Il y accompagne la pyrite de cuivre, qui y forme le but principal de l'exploitation. D'après une observation qui m'a été communiquée par M. Swanberg, certains cristaux sont du cobalt gris d'une pureté presque parfaite, ils ne renferment qu'une quantité de fer à peine sensible et de faibles parties de nickel : ce sont ces cristaux qui sont engagés dans la pyrite de cuivre. Ceux, au contraire, qui sont disséminés dans le calcaire, ou tout près de cette roche, ont aussi tout à fait l'aspect du cobalt gris; mais ils contiennent un noyau de cobalt arsenical. On a en outre trouvé à Tunaberg le cuivre sul-

(1) *Böbert. Karsten archiv*. Tome IV.

furé, le cuivre panaché, la blende, la galène, le bismuth natif, les carbonates de cuivre, l'arséniate de cobalt, le feldspath, l'amphibole grammatite, la serpentine et le graphite.

Gîte de Håkansboda.

Il existe aussi à Håkansboda, dans la paroisse de Ramsberg en Westmanie, un gîte cobaltifère qui a la plus grande analogie avec celui de Tunaberg. Le minerai de cobalt, mélangé à une quantité prédominante de cuivre pyriteux, se trouve aussi dans un amas calcaire subordonné au gneiss. Le cobalt gris est accompagné de fer arsenical, qui renferme ordinairement 1 à 1 1/2 pour 100 de cobalt, de pyrite de fer ordinaire et surtout de pyrite magnétique, qui est fort abondante dans toutes les mines. Les cristaux de cobalt qui sont disséminés dans cette dernière substance sont ordinairement de forme cubique, et se composent du cobalt gris le plus pur. Tout près de la mine de cuivre et de cobalt sont des amas de fer oxydulé.

Gîte de Gladhammar en Smolande.

On a encore exploité pendant quelques années, à Gladhammar en Smolande, du cobalt dans d'anciennes mines de cuivre. Ainsi que dans beaucoup d'autres localités, le gneiss passe, près du gîte, à un schiste très-riche en mica. Outre le cobalt gris, l'amas renfermait le fer oxydulé, au milieu duquel le minerai de cobalt était très-fréquemment disséminé, du cuivre pyriteux, du cuivre panaché, de la galène, du molybdène sulfuré et de la serpentine noble.

Composition des gîtes de cobalt.

Ainsi qu'on vient de le voir, des transitions parfaites relient les amas cobaltifères à ceux qui sont exploités pour cuivre ou pour fer; les mêmes caractères géognostiques se reproduisent dans les uns et les autres. Ceux de cobalt ne diffèrent,

dans leur composition, des gîtes de cuivre ou de fer, que par la présence de quelques substances accidentelles ; ainsi, l'eukairite, le séléniure de cuivre et l'oxyde d'urane n'ont pas été rencontrés chez les premiers ; mais ils renferment le cobalt sulfuré ($CoSu^3$), les arséniures de cobalt ($Co\,AS^2$ et $Co\,AS^3$) (1), et le nickel gris ($Ni\,S^2 + Ni\,AS^2$), qui sont étrangers aux mines de cuivre. Trois de ces substances ont été trouvées dans les mines de cobalt de Loos en Helsingland. Enfin, le phosphate d'yttria a été découvert dans le minerai de cobalt de Johansberg en proportion de 0,001.

La composition des gîtes de cobalt de la Scandinavie diffère de celle de la plupart des autres gîtes en filons de l'Europe qui sont exploités pour ce métal, par la présence constante du cuivre pyriteux, par l'association fréquente du fer oxydulé, par l'absence habituelle du minerai d'argent, et enfin par l'accompagnement de nombreux silicates anhydres.

Production en cobalt de la Norvége et de la Suède.

Les mines de Skutterud ont produit, en 1841, 152.622 kilogrammes de minerai lavé qui proviennent de 66 fois leur poids de minerai brut ; d'où il est résulté 46.298 kil. de safre et 75.199 kil. de smalt. L'extraction et le traitement de ce minerai mettent en circulation dans le pays environ 4 millions de francs ; ce qui est d'autant plus important, que presque tout cet argent est versé par des pays étrangers. La production des mines de Skutterud pourrait être beaucoup plus considérable, si les débouchés le permettaient.

---

(1) *Poggendorf. Annalen*, XLII, 546, XLIII, 591, *et* XLVIII, 505.

La production, en Suède, a été la suivante pendant la même année :

Tunaberg.	447 kil.
Vena.	4.201
Håkansboda.	1.277
Total.	6.225 kil.

Ainsi, la production de la Suède en minerai de cobalt est bien faible, comparée à celle de la Norvége.

DES GÎTES DE PLOMB.

La galène se rencontre en Scandinavie dans des amas subordonnés au gneiss, mais très-rarement elle s'y est trouvée en quantité exploitable. Il n'y a rien de particulier à dire sur ces gîtes, puisque leurs caractères sont ceux des amas de fer, de cuivre et cobalt. Les minéraux que l'on y a trouvés sont peu variés et appartiennent tous à ceux qui ont été énumérés plus haut. Une seule mine de ce genre est aujourd'hui exploitée, et encore donne t-elle de faibles produits; c'est celle de Lofås, paroisse de Storakedvi en Dalécarlie. Le terrain consiste en une alternance de lits de calcaire, de quartz, souvent mélangé de mica, dans lesquels est disséminée la galène argentifère accompagnée de pyrite de cuivre, de fer arsenical, d'amphibole et de traces d'argent natif. De l'autre côté de la vallée sont deux amas de cuivre et un de fer. Amas subordonnés au gneiss.

On a vu plus haut (pages 232 et 233) comment la galène se rencontre aussi dans des amas de contact subordonnés soit au terrain de transition, soit aux roches plutoniques qui traversent ce terrain dans les environs de Christiania et à Cimbrishamn. Amas subordonnés au terrain de transition.

Filons.

Enfin la galène se trouve encore sous la forme de filons. Dans la paroisse de Rätwick en Dalécarlie, on l'a exploitée au milieu du siècle dernier dans des filons renfermés dans le calcaire et le grès de transition. Mais le minerai y disparaissait à une profondeur de 10 à 12 mètres. La galène argentifère y était accompagnée de blende, de calamine et de pyrite de fer. Ce sont les mines de Sahla qui produisent la presque totalité du plomb qui s'extrait des deux royaumes. Nous en parlerons plus loin, à l'article des mines d'argent, parce que ce dernier métal est l'objet principal de l'exploitation.

DES GÎTES D'ARGENT.

Amas subordonnés au gneiss.

L'argent est extrait de la galène argentifère que l'on trouve dans quelques gîtes subordonnés au gneiss, entre autres à Fahlun et à Löfäs, ainsi qu'il a été dit. Mais on l'extrait principalement de gîtes en filons à Sahla en Westmanie, et à Kongsberg en Norvége.

Mines de plomb et d'argent de Sahla.

C'est dans un amas considérable de calcaire qui est enclavé dans le gneiss, que se trouvent les filons de plomb et d'argent de Sahla.

Du calcaire qui renferme le gîte.

La longueur de cette masse de calcaire est d'environ 9.800 mètres, et il atteint 2.650 mètres dans sa plus grande largeur. Elle est, comme il arrive ordinairement, allongée dans le sens de la direction moyenne du gneiss qui va du nord-est au sud-ouest. Du pétrosilex et des rognons de serpentine, disposés en lits parallèles, se rencontrent fréquemment dans le calcaire. Voici la composition d'une variété de ce pétrosilex, qui appartient au hälleflinta des mineurs (1) : Silice,

(1) *Journal der Physik und Chemie*, n° 11.

68,00; alumine, 19,00; chaux, 1,00; potasse, 5,50; protoxyde de fer, 4,00; parties volatiles, 2,50. Total : 100,00.

Le calcaire est en outre traversé par d'autres lits formés de talc et d'asbeste que l'on nomme skölar, quoiqu'ils ne soient pas tout à fait analogues aux skolar de Fahlun. Le granite pénètre non loin de là, dans le gneiss.

Disposition du minerai.

Les filons de galène argentifère ne sont pas nettement séparés du calcaire encaissant; chacun d'eux consiste en un faisceau de veinules irrégulières de minerai qui serpentent au milieu du calcaire sur une largeur d'un décimètre à plusieurs mètres : ils se poursuivent avec une allure rectiligne, suivant une inclinaison voisine de la verticale et des directions parallèles (*fig.* 26 et 27).

Minéraux qui accompagnent la galène.

Les sulfures qui accompagnent la galène argentifère sont la pyrite de fer cubique, la pyrite magnétique, la blende, le fer arsenical, le sulfure d'antimoine, le weissgüttigerz foncé et la géokronite. Ce dernier minéral, que l'on avait pris pour une variété du précédent, a, d'après M. Swanberg, la composition :



$$5PbSu + (Sb^2Su^3, As^2Su^3).$$

Il renferme du cuivre, du fer, du zinc et des traces d'argent et de bismuth. On a encore trouvé à Sahla, mais très-rarement, l'argent massif, l'antimoine natif, un amalgame d'argent et du cinabre.

Le calcaire saccaroïde ou lamellaire, qui forme la gangue des filons, est fort souvent mélangé intimement à du pyroxène malacolite verdâtre et compacte, que l'on a aussi nommé *sahlite*; il

se distingue du pétrosilex, avec lequel on pourrait, au premier abord, le confondre, en ce qu'il ne fait pas feu au briquet. Il est à remarquer que le malacolite ne se trouve qu'associé à la galène ou dans son voisinage, de telle sorte que sa formation paraît se lier à celle de la galène. Il en est de même de la chlorite, qui s'y trouve quelquefois en grandes lames, et dont la composition, donnée par Swanberg, est analogue à celle du mica magnésien (1).

Les autres minéraux qui accompagnent la galène sont : la dolomie, la baryte sulfatée, le gypse, le quartz, le mica, ordinairement brun, le grenat, l'amphibole grammatite et actinote, l'asbeste, l'épidote et le pikrophylle, dont la composition est : $3(M, F)Si^2 + 2Aq$ (2).

Les mineurs savent distinguer le calcaire associé au minerai qu'ils nomment *ädelklyft* du calcaire stérile (*oädelklyft* ou *ofyndigkalk*).

Richesse du minerai en argent.

. La galène de Sahla, quand elle est débarrassée de ses gangues, renferme de 24 à 40 lots d'argent au quintal ou de 0,0075 à 0,012. Elle est à grandes ou à petites facettes, ou à grains fins.

Les filons de Sahla sont postérieurs au calcaire.

Malgré la liaison intime qui existe entre les filons et la roche encaissante, liaison d'après laquelle on les a généralement considérés jusqu'ici comme étant contemporains du calcaire, il est facile de reconnaître qu'ils sont de formation postérieure à cette roche. D'abord, une multitude de fragments anguleux de calcaire se trouvent empâtés dans la galène; en outre, les filons se poursuivent avec beaucoup de régularité et en ligne droite, en cou-

(1) Berzelius. *Jahresbericht*; 1840, p. 131.
(2) *Id.* *Id.* *Id.* p. 119.

pent quelquefois les strates de la roche. Enfin, voici ce qui le montre le plus clairement : l'amas de calcaire est traversé par un filon de trapp (*swart* ou *trapsköler*), dont la puissance va de $0^m,10$ à $0^m,30$: il est bien caractérisé comme filon et ordinairement partagé en prismes perpendiculaires à ses deux parois. Or, ce filon, qui est certainement plus récent que le calcaire, renferme quelquefois du minerai dans ses fissures, et il est même traversé par le filon de la *storgrufva*.

Épanchements latéraux des filons.

Le minerai ne se trouve pas exclusivement dans les filons ; la roche avoisinante s'en trouve quelquefois imprégnée jusqu'à quelques mètres de distance, ainsi que le montre la coupe (*fig.* 27, *Pl. VII*) ; il y a de ces épanchements latéraux qui ont été très-productifs.

Dimensions des filons.

Il existe 10 de ces filons tous parallèles entre eux. Le principal que l'on a reconnu sur une longueur de plus de 700 mètres, n'a été exploité qu'environ sur la moitié de cette longueur ; dans les autres filons, la partie productive s'étend seulement de 100 à 170 mètres. Les deux filons extrêmes du groupe sont distants de 120 mètres. Les fig. 26 et 27, dont je dois la communication à l'obligeance de M. le Bergrath de Forselles, représentent la disposition des filons des environs de Sahla.

Non loin des gîtes de plomb et d'argent, on a exploité autrefois des amas de cuivre et de fer oxydulé magnétique.

Mines d'argent de Kongsberg.

Les environs de Kongsberg (1) se composent de roches schisteuses primitives, parmi lesquelles

(1) *Hausmann's Reise durch Scandinavien*, tome II, page 1. — Böbert. *Ueber den Kongsberger Bergbau ; Karstens Archiv.*, tome XII, page 267.

prédominent le micaschiste et le schiste amphibolique, auxquels sont subordonnés le schiste talqueux et le schiste chloritique, comme dans la contrée de Röraas ; le grenat est d'une abondance remarquable dans toutes ces roches. J'ai observé aussi, dans la collection du roi, à Copenhague, du schiste amphibolique de cette localité, renfermant un zircon, substance qui n'a pas encore été indiquée dans les environs de Kongsberg.

Des faldbandes. Certaines portions de ces roches schisteuses sont imprégnées de divers sulfures métalliques, particulièrement de pyrites de fer ordinaire et magnétique, de cuivre pyriteux, de blende et de galène; ces substances y sont en particules extrêmement fines et souvent même tout à fait invisibles à l'œil nu. Les roches métallifères forment des bandes allongées, dans le sens général de la schistosité du terrain, auxquelles les mineurs ont donné le nom de *faldband*: le plan (*fig.* 28) en représente la disposition ; il en est qui sont indiquées avec une longueur de plus d'un myriamètre, et une largeur de plus de 300 mètres. Mais il faut remarquer que ces faldbandes sont entremêlés de beaucoup de lits stériles.

Les faldbandes contiennent aussi de l'argent à l'état natif ou à celui de sulfure; mais ce métal y est en trop petite quantité pour qu'on puisse l'en extraire; car elles n'en renferment guère que $\frac{1}{4}$ de lot au quintal ou $\frac{1}{12800}$. Les roches métallifères ne se reconnaissent souvent qu'à la teinte rougeâtre qu'elles prennent par suite de la décomposition du sulfure de fer. Cependant, à peu de distance de Kongsberg, trois de ces sulfures, la pyrite de fer ordinaire, la pyrite magnétique et le cuivre pyriteux, sont concentrés en assez grande abondance

pour pouvoir y être exploités et servir aux fontes crues de l'usine. Ces accumulations de pyrite présentent une grande analogie avec les amas cuprifères surbodonnés au gneiss dont il a été question plus haut.

Dimensions des filons.

Le minerai exploitable se trouve dans de nombreux filons qui, en général, coupent à angle droit les faldbandes. Ils s'étendent ordinairement de l'est à l'ouest, et plongent en général vers le sud en se rapprochant de la verticale. La puissance d'un même filon varie de quelques millimètres à plusieurs centimètres. On a cru remarquer que les filons sont plus épais à une profondeur moyenne qu'à la surface, ou qu'à une profondeur de 200 mètres, et que leur richesse était en raison inverse de leur puissance.

Relation des filons et des faldbandes.

Ainsi qu'on l'a signalé depuis longtemps, la richesse de ces filons est dans la dépendance la plus évidente des roches qu'ils traversent. Jamais ils ne sont argentifères que dans l'intérieur des faldbandes; dès qu'ils en sortent, leur remplissage ne se compose plus que de gangues pierreuses. Cependant il faut remarquer que la réciproque n'est pas vraie, c'est à-dire, que certains filons sont pauvres, même en traversant les faldbandes. La *fig.* 29 donne une idée de la répartition du minerai d'argent dans ces filons (*g* gneiss ordinaire; *g''* faldbande; *a*, *a* parties argentifères du filon *ff*). On voit aussi, d'après la carte des environs de Kongsberg, que toutes les mines sont renfermées dans les faldbandes.

Composition minéralogique des filons.

Dans les filons de Kongsberg l'argent se trouve surtout à l'état natif et à l'état de sulfure, beaucoup plus rarement à l'état d'argent rouge et d'argent chloruré; ce dernier n'existe que près de l'af-

fleurement. L'argent natif y est cristallin, ramuleux, filiforme et capillaire. On en a rencontré des masses qui pesaient jusqu'à 100 et 250 kil. L'or natif et l'argent aurifère y sont fort rares. Les pyrites de fer ordinaire et magnétique, le cuivre pyriteux, la blende et la galène, qui sont disséminés dans les faldbandes, existent aussi dans les filons. Ils sont accompagnés d'arsenic natif, qui est quelquefois mécaniquement mélangé à de l'argent.

Les gangues les plus ordinaires sont la chaux carbonatée, la chaux fluatée, plus rarement le quartz et la baryte sulfatée; cette dernière substance est souvent noircie par une matière charbonneuse (hépatite). Le quartz s'y rencontre quelquefois en cristaux nets et limpides comme ceux du Dauphiné. On y a trouvé aussi, mais plus rarement, le feldspath cristallisé appartenant à la variété adulaire, qui a tout à fait l'aspect de l'adulaire du Saint-Gothard; la leucite, tapissant des géodes dans le calcaire; l'asbeste, la chlorite, l'axinite, l'épidote, la dolomie, l'harmotome blanc, gris ou rougeâtre, dont le gisement rappelle celui d'Andréasberg; la stilbite, la prehnite qui, comme dans l'Oisans, accompagne l'axinite et l'épidote; ces trois zéolites tapissent des cavités, et il est facile de reconnaître qu'elles ont été déposées après toutes les substances auxquelles elles sont associées; la wawellitte : je n'en connais qu'un échantillon, qui est dans la collection du roi, à Copenhague, et que pendant longtemps on a pris pour une zéolite; enfin, l'anthracite qui se trouve en morceaux de la grosseur d'une noisette ou d'une noix, le plus ordinairement au milieu du calcaire. La surface de ces morceaux est mamelonnée et polie, comme celle de certaines hématites brunes. Quelquefois

l'argent natif y est disséminé, et les mineurs regardaient autrefois cette circonstance comme étant de bon augure.

Presque toujours, les filons passent graduellement à la roche encaissante. Les parties qui l'avoisinent au toit ou au mur sont quelquefois assez riches en argent pour être exploitées jusqu'à un mètre de distance, en même temps que le filon proprement dit; la ligne de démarcation est plus nette dans le schiste amphibolique que dans le schiste talqueux.

Transition des filons à la roche encaissante.

Les filons sont habituellement peu étendus dans le sens horizontal (*fig.* 30-31); leur longueur, qui dépend de la puissance des faldbandes, varie de 40 à 200 mètres, et dépasse rarement 70 à 80 mètres. Une telle disposition force à approfondir rapidement les travaux établis sur chaque filon. Ces mêmes filons se divisent souvent en ramifications comme à la mine du Roi et à la mine des Pauvres (*fig.* 30, *Pl. VII*); les branches étaient encore plus nombreuses à la mine Gotteshülfe; il partait du filon principal plus de 10 ramifications, dont quelques-unes s'y rattachaient dans la profondeur, tandis que d'autres se terminaient en petites veines comme le chevelu d'une racine. On a poussé certaines mines jusqu'à une profondeur de plus de 500 mètres, sans trouver les limites des faldbandes ou des filons.

Forme et dimensions des filons.

La richesse des filons de Kongsberg est très-irrégulière, et de là, les vicissitudes presque sans exemple qu'offre l'histoire de ces mines. A 10 mètres au-dessous du niveau où la mine du Roi (kongsgrube) avait été abandonnée, on a trouvé d'énormes accumulations d'argent massif. Comme dans beaucoup d'autres lieux, il y a souvent enrichis-

Variation de leur richesse.

sement à la rencontre de plusieurs branches. Les mineurs prétendent aussi que lorsque l'un des filons est riche dans la partie où il traverse une des faldbandes, les filons qui l'avoisinent sont pauvres dans cette même faldbande.

Étendue du district métallifère. Les filons argentifères sillonnent la contrée sur une étendue considérable, savoir : sur une longueur de 20 kilomètres depuis les recherches de la forêt de Liöterud, dans le Sandsward, au sud, jusqu'à celles situées vers le nord, près de Ramwig et Flesberg; la largeur du district va jusqu'à 20 kilomètres.

Du remplissage des filons. D'après la relation remarquable signalée plus haut, entre la richesse des filons et les roches encaissantes, il faut supposer ou que les sulfures métalliques se sont répandus à partir des filons dans les faldbandes, ou, inversement, que le remplissage de ceux-ci, résultant d'émanations latérales, a dû être influencé par la nature de la roche qu'ils traversaient. Cette dernière supposition seule est admissible : en effet, l'uniformité de la composition des faldbandes sur de très-grandes longueurs, même dans des endroits où elles ne sont coupées par aucun filon, ne peut laisser admettre la première supposition. D'ailleurs ces longues zones, imprégnées de sulfures métalliques, ont la plus grande analogie avec d'autres gîtes subordonnés au gneiss dont il a été question plus haut, tels que ceux de Skutterud ou de Hassel, lesquels ne sont traversés par aucun filon.

Cependant il faut observer qu'il n'y a pas identité entre les minéraux métallifères renfermés dans les filons et ceux qui imprègnent les faldbandes. La pyrite de fer ordinaire, la pyrite magnétique, le cuivre pyriteux, la blende et la galène sont

communs aux filons et aux roches encaissantes; mais l'argent, qui ne se trouve que par traces dans les faldbandes, est accumulé en masses de dimensions quelquefois énormes dans les filons; en outre, la chaux carbonatée, le spath fluor, la baryte sulfatée et la plupart des autres minéraux des filons paraissent étrangers aux faldbandes.

Le remplissage des filons de Kongsberg a dû avoir lieu à une époque très-voisine de la consolidation du gneiss, d'où résultent problablement leurs ramifications plus nombreuses que dans les grands filons et leur liaison intime avec la roche encaissante.

Vicissitudes des mines de Kongsberg

Il est bien peu de mines, sans doute, qui, dans un court espace de temps, aient présenté des vicissitudes telles, que les exploitations de Kongsberg en ont éprouvé depuis le commencement de ce siècle. Découvertes en 1623, elles avaient déjà subi plusieurs alternatives de grands succès et de revers en 1804, époque à laquelle elles furent abandonnées comme étant trop peu productives. En 1815, après que la Norvége eut été séparée du Danemark, les deux mines du district qui offraient le plus de chances favorables furent reprises. Mais depuis lors jusqu'en 1830, l'exploitation, loin de donner des bénéfices, absorba les fortes subventions annuelles que lui avait allouées le Storthing. En 1830, on y rencontra des parties très-riches; l'administration, qui avait cherché inutilement jusque-là à se défaire de cette charge onéreuse, crut que les dernières découvertes attireraient des amateurs, et la totalité des mines fut proposée à l'enchère moyennant un minimum de 75.000 spécies (375.000 fr.). Aucun acquéreur ne s'étant présenté, ces mines furent reprises pour le

compte de l'État. Après avoir donné, pendant les quatorze années précédentes, un déficit de 429.310 sp. (2.146.550 fr.), elles fournirent, de 1830 à 1840, un bénéfice net de 2.305.691 species (11.528.455 fr.). Il faut ajouter qu'un tel bénéfice, bien rare dans l'histoire des mines de l'Europe, a été réalisé avec un personnel de 110 à 113 mineurs.

Causes de ces vicissitudes.

Les vicissitudes éprouvées par les mines de Kongsberg tiennent en partie à la mauvaise direction que l'on donne aux travaux, et aux abus des administrations qui s'y succédèrent ; mais elles résultent aussi de la nature même des gîtes : les filons sont ordinairement très-minces, de sorte qu'en général, il faut abattre inutilement la roche stérile, qui est fort dure, à moins que la roche encaissante ne soit métallifère ou que plusieurs filons ne se trouvent très-rapprochés. De plus, les filons n'étant productifs que dans les schistes sulfurifères, les travaux ne peuvent jamais s'allonger beaucoup, suivant la direction de ces filons. Il est rare que leur développement horizontal dépasse 70 mètres, l'exploitation s'étend donc principalement dans le sens de la profondeur, ce qui devient fort coûteux. La mine de Seegen-Gottes a atteint, dit-on, jusqu'à 564 mètres. Il faut encore ajouter que la richesse des filons est elle-même très-capricieuse, car c'est peu au-dessous du niveau où le gîte paraissait stérile, qu'on a trouvé des masses d'argent natif, dont l'une pesait jusqu'à 697 kilog.

De tels exemples apprennent aux compagnies que ce n'est qu'avec une forte persévérance et par conséquent avec l'appui de capitaux considérables, que l'on doit en général exploiter les mines métalliques dont la richesse est très-irrégulièrement distribuée.

Voici la production des mines de Kongsberg depuis leur origine jusqu'aujourd'hui :

Production en argent des mines de Kongsberg et de Sahla.

ANNÉES.	PRODUIT BRUT total en marcs d'argent fin.	PRODUIT ANNUEL moyen en marcs d'argent fin.
	marcs.	marcs.
De 1624 à 1805.	2.360.140	13.039
De 1805 à 1815.	38.012	3.801
De 1815 à 1831.	40.406	2.525
De 1831 à 1841 exclusiv.	260.696	26.069
Total.	2.699.254	

Ainsi, la quantité d'argent extraite en 217 ans s'élève à 2.670.254 marcs, ou à 917.557$^{kil.}$,41 (1). La production annuelle a donc été moyennement, pendant ce laps de temps, de 4.220$^{kil.}$,37.

Production des mines de Kongsberg, comparée à celle de Sahla.

D'après un relevé que j'ai fait des productions annuelles des mines de Sahla, depuis 1400 jusqu'à 1840, ces mines ont fourni 19.956^{k}.304 d'argent; ce qui donne une moyenne de 415^{k},35 par an, c'est-à-dire seulement la 93e partie de la production annuelle de Kongsberg.

DES GÎTES D'OR.

L'or dans les amas subordonnés au gneiss.

La pyrite de fer, le cuivre pyriteux, le cuivre sulfuré et la galène de quelques gîtes subordonnés au gneiss renferment de l'or, mais, en général, en trop faible proportion pour que ce métal puisse en être extrait avec bénéfice. Ce-

(1) Le marc de Norvége, pour les matières d'or et d'argent, équivaut à 0$^{kil.}$,33993.

pendant à Fahlun, où les différents sulfures métalliques sont aurifères, on sépare l'or qui est associé à la galène. C'est aussi dans un amas de ce genre que l'or a été rencontré à Aardal dans la province de Bergen en Norvége. L'or disséminé en parcelles souvent visibles dans le cuivre pyriteux, le cuivre panaché, le cuivre sulfuré de cette localité, y a été exploité autrefois en même temps que le cuivre.

Or en filons à Kongsberg et à Aedelforss.

On connaît aussi l'or en véritables filons; à Kongsberg, on n'en a trouvé que très-rarement; mais il a été rencontré plus abondamment à Aedelforss en Smolande, dans plusieurs filons quartzeux (1). La roche qui renferme ces filons est d'un gris de fumée. Elle consiste en un mélange intime de quartz et de mica, auquel on donne le nom de *hornstein*, et çà et là elle passe au micaschiste, comme à Fahlun. Elle forme une masse subordonnée au gneiss qui est puissante de plus de 1500 mètres. Les filons, composés principalement de quartz, renferment de la pyrite de fer, de la pyrite de cuivre, du fer oxydé magnétique et de la galène. L'or est contenu en parties indiscernables dans la pyrite; rarement on en aperçoit en feuilles minces ou en grains dans le quartz. Les autres substances qui l'accompagnent sont la chaux carbonatée spathique, le feldspath compacte, la zéolite farineuse ($\dot{C}\dddot{S} + \dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3 + 4\dot{\bar{H}}$) et la préhnite. Ces deux dernières substances se trouvent dans les fissures de la roche.

Les filons sont très-sinueux; leur puissance est

(1) *Hausmann's Reise*, tome V, page 401.

comprise entre $0^m,05$ et 1 mètre. La richesse de la pyrite varie depuis des traces d'or jusqu'à 2 1/4 lots ou 0,0007 de ce métal.

Autres gisements de l'or. L'or a encore été trouvé autrefois à Swappavara en Laponie, à Arendal et à Eidswold en Norvége, dans des gîtes sur lesquels il manque des renseignements positifs, mais qui sont probablement des amas subordonnés au gneiss.

OBSERVATIONS SUR LES DÉPÔTS MÉTALLIFÈRES DE LA SCANDINAVIE.

Aux observations qui ont été consignées dans la première partie, nous ajouterons quelques considérations sur chacune des espèces de dépôts métallifères, et particulièrement sur les amas du gneiss de la Scandinavie.

1° Des dépôts de minerai de fer des lacs et des marais. L'oxyde de fer qui se précipite journellement au fond des lacs ou dans les marais, en un grand nombre de lieux de la Suède, y est amené à l'état de dissolution, et il se précipite à l'état de sous-sel organique. M. Berzélius a reconnu (1) que l'acide qui est combiné à l'oxyde ferrique dans ce précipité est l'acide crénique qu'il a découvert dans l'eau minérale de Porla, et qui depuis lors a été rencontré dans beaucoup d'autres sources minérales, où il paraît être un produit de la décomposition des matières organiques. Ce sous-crénate de peroxyde de fer peut se former par décomposition du crénate ferreux qui est soluble.

Selon les traditions de quelques localités, quand le minerai d'un lac est épuisé, on en retrouve de

(1) Iahresbericht, t. XVII, p. 210.

nouveau en quantité exploitable au bout de 40 ans.

2° Des gîtes en filons.

On connaît de véritables filons de cuivre à Kaafjord et à Raipas. Il a été aussi établi que les dépôts de plomb argentifère de Sahla et ceux d'argent de Kongsberg sont en filons; enfin, le gîte d'Eidsfoss appartient encore à la même catégorie.

Plusieurs de ces filons, particulièrement ceux de Kongsberg, d'Eidsfoss et de Sahla, comparés aux filons classiques de la Saxe, d'une partie de l'Allemagne et de la France, présentent cependant une particularité : c'est l'existence de différents silicates anhydres et hydratés, qui se trouvent habituellement dans des roches pyrogènes, et dont quelques-uns paraissent avoir été en partie formés par les éléments des roches encaissantes, comme, par exemple, le pyroxène sahlite qui accompagne la galène à Sahla. Ces filons-fentes avec leurs silicates variés établissent donc, sous le rapport de la composition minéralogique, une transition entre les amas subordonnés au gneiss et les filons exploités pour les mêmes métaux dans la plupart des autres contrées (1).

3° Des amas de contact.

Analogie du gîte de Cimbrishamn avec ceux des arkoses.

Les dépôts des environs de Cimbrishamn ressemblent beaucoup par leur gisement et par leur composition aux accumulations de minéraux variés que l'on rencontre dans les arkoses en différents points du contour du plateau granitique de la France centrale, aux limites du granite des environs de Champoléon, à Badenweiler et à Wald-

(1) Les filons aurifères d'Eidsfoss ressemblent beaucoup en tout point aux nombreux filons qui avoisinent les amas de Fahlun.

shutt, dans la Forêt-Noire, etc. Seulement ici, l'épanchement métallifère, au lieu d'avoir eu lieu dans le terrain jurassique ou dans le trias, est incorporé dans le terrain de transition.

Analogie et différence entre les gîtes de la Norvége et ceux des arkoses.

Quant aux gîtes du terrain de transition du sud-ouest de la Norvége, on a vu que leur situation est parfaitement caractérisée : ils sont constamment, soit à la jonction de ce terrain avec les diverses roches plutoniques qui le traversent (granite, syénite ou diorite), soit à peu de distance du contact, dans l'un ou dans l'autre terrain, mais surtout dans les couches de transition. Par leur situation, ils sont donc aussi tout à fait analogues aux amas de contact, signalés par M. Fournet (1), aux gîtes de l'île d'Elbe, et particulièrement à ceux de Framont dans les Vosges.

Mais si les amas dont il a été question renferment différents minéraux, tels que la galène, le cuivre pyriteux, la chaux carbonatée, le spath fluor, qui appartiennent aussi aux dépôts des arkoses, ils s'en éloignent par la présence du fer oxydulé, du molybdène sulfuré et de divers silicates anhydres, tels que le grenat, l'épidote, l'helvine ; tandis qu'ils se rapprochent d'une manière frappante des gîtes subordonnés au gneiss en Scandinavie. Ces gîtes constituent donc un autre passage entre deux types de dépôts métallifères en apparence fort éloignés, les épanchements des arkoses et les gîtes subordonnés au gneiss; ils présentent de l'intérêt du point de vue théorique en rattachant la formation des amas problématiques du gneiss, dont les caractères originels sont en

(1) Fournet. Études sur les dépôts métallifères, p. 193.

partie éliminés, à celle de gîtes plus récents, et où les circonstances qui ont accompagné leur formation sont moins difficiles à saisir.

Abondance de la pyrite vers la jonction des roches plutoniques et de transition.

On a déjà dit que la pyrite de fer, si fréquemment disséminée dans les roches plutoniques, est surtout abondante vers la jonction de ces roches avec le terrain de transition. C'est ce que M. François a observé dans les montagnes de l'Ariége et de la Haute-Garonne (1). C'est aussi ce que j'ai remarqué très-nettement dans la chaîne des Vosges sur plusieurs points, particulièrement dans le porphyre de Framont. Mais nulle part je n'ai vu le fait aussi bien caractérisé que dans différents filons de roches amphiboliques qui traversent le terrain de transition des environs de Christiania, entre autres à Aggersbach et à Tyve-Holmen : la pyrite, qui y est disséminée dans toute la masse de ces roches, y est surtout accumulée près de leur contact avec le schiste, sous la forme de nombreux cristaux cubiques, dont la dimension atteint quelquefois un centimètre. Dans le voisinage de la roche ignée, le schiste est durci, et ce qu'il y a de plus remarquable, c'est qu'il est lui-même imprégné de pyrite jusqu'à une certaine distance. Le sulfure de fer a passé d'une roche à l'autre d'une manière difficile à expliquer, qui n'est peut-être pas sans analogie avec le mode de formation des amas de contact si fréquents dans la contrée.

4° *Des amas incorporés dans les roches ignées.*

Ainsi qu'il a été dit plus haut, l'amas de Taberg paraît être analogue aux vastes dépôts de l'Oural, aux serpentines ferrifères du pied du Monte-Rosa, aux dépôts cuivreux renfermés dans

---

(1) *Annales des Mines*, 3e série, tome XVIII, page 417.

des roches plutoniques de la Toscane, particulièrement à ceux du Monte-Catini. Ainsi que le dit M. Amédée Burat (1), pour ces derniers on doit croire que le gîte de Taberg résulte d'émanations métallifères qui ont suivi immédiatement l'éruption de la masse amphibolique, et qui se sont concentrées particulièrement dans les fissures de retrait.

5° Des amas enclavés dans le gneiss.

Liaison des amas exploités pour fer, cuivre, cobalt, plomb et argent.

Les nombreux amas exploités en Scandinavie, pour fer, pour cuivre, pour cobalt et pour plomb argentifère, sont quelquefois de composition si différente, qu'au premier abord on peut être tenté de les partager en plusieurs catégories. Mais quand on en a examiné un grand nombre, on reconnaît qu'ils appartiennent tous à un même groupe dans lequel on ne peut établir de démarcations tranchées, comme il arrive en Saxe, par exemple, où le fer, le cobalt, l'étain, le plomb sont renfermés dans des filons et même dans des systèmes de filons distincts. Voici quelques exemples de ces passages.

Un gîte exploité pour fer oxydulé renferme souvent, en petite quantité, la pyrite de cuivre; la proportion de cette dernière substance peut devenir assez forte pour qu'elle soit elle-même exploitée, comme dans plusieurs des gîtes des environs de Ridarrhytta, malgré la difficulté que le fer oxydulé introduit dans le traitement métallurgique. L'amas cuivreux de Fahlun, où l'oxyde magnétique est peu abondant, complète le passage de ces amas mixtes aux amas de minerai de cuivre, dans lesquels cet oxyde manque presque totalement, et qui sont les plus nombreux. Quelquefois c'est dans le même gîte que ces transitions

(1) Burat, Géologie appliquée, p. 141.

s'observent : ainsi, près de Ridarrhytta, on a exploité une même mine d'abord pour fer, puis pour cuivre, et à Swappavara (1) en Laponie, un amas de fer oxydulé puissant de 60 à 80 mètres est entouré d'amas contemporains de minerai de cuivre.

Une liaison non moins évidente s'observe entre les amas exploités pour cobalt ou pour plomb et les précédents. Le cobalt gris est accidentellement disséminé dans le fer oxydulé ou dans la pyrite de cuivre, ainsi qu'on peut le reconnaître sur de simples échantillons. En quelques lieux, comme à Gladhammar, à Tunaberg, à Hokansboda, il y devient assez abondant pour être exploité, et ailleurs, comme à Loos en Helsingland, il devient le minerai prédominant.

Enfin, la galène se rencontre fréquemment en faible quantité dans les amas cuivreux; elle est plus rare dans les gîtes de fer; cependant, au Bispberg, elle s'est rencontrée en assez grande quantité pour qu'on ait cherché à en tirer parti.

Des passages, tout aussi graduels, s'observent quant à la nature des gangues qui tantôt sont essentiellement quartzeuses, tantôt principalement calcaires et magnésiennes. Toutes ces variations de minerai et de gangue que l'on observe quelquefois dans des gîtes très-voisins l'un de l'autre, comme à Tunaberg ou à Gladhammar, sont comparables aux différences que présentent souvent divers filons appartenant au même système.

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les plusieurs centaines d'amas qui sont enclavés dans

---

(1) Hermelins, *Försök till mineral Historia öfwer Lappmarken*, 1804.

De la composition minéralogique des gîtes subordonnés au gneiss.

le gneiss de la Scandinavie, il est facile de remarquer, au milieu de leurs variations accidentelles, que leur composition *essentielle* est aussi simple qu'uniforme. Ils consistent surtout en fer oxydulé, pyrite de fer ordinaire ou magnétique, cuivre pyriteux, beaucoup plus rarement en galène et en cobalt gris. Les gangues sont : la chaux carbonatée, le quartz et divers silicates, pour la plupart magnésifères, parmi lesquels le grenat, l'amphibole et l'épidote sont les plus communs.

Mais dès que l'on tient compte de toutes les substances plus ou moins rares qu'un certain nombre d'entre eux renferme, on est au contraire étonné de la composition complexe du système d'amas qui nous occupe. Les minéraux que l'on y a trouvés sont les suivants :

Pyrite de fer ordinaire, pyrite magnétique, cuivre sulfuré, pyrite de cuivre, cuivre panaché, fer arsenical, cobalt gris, cobalt arsenical, cobalt sulfuré, nickel gris, galène argentifère, bismuth sulfuré, molybdène sulfuré, séléniure de cuivre, eukairite, tellurure de bismuth, fer oxydulé magnétique, fer oligiste, oxydes de manganèse, de nickel, de cobalt, de cuivre; oxyde d'urane hydraté, corindon, gahnite, or, argent, cuivre et bismuth natifs, chaux fluatée, fluorure de cérium hydraté, chaux carbonatée spathique, carbonates à base de chaux, magnésie, oxyde ferreux et oxyde manganeux; baryte sulfatée, apatite, berzélite, phosphate d'yttria, tungstate de chaux, œrstédite, quartz, feldspath, mica, talc, chlorite, épidote, grenat, amphibole, asbeste, pyroxène, scapolite, hisingérite, gillingite, pétalite, triphane, lépidolite, tourmaline, axinite, datolite, botryolite, pyrosmalite, sphène, cérine, cérite, gado-

linite, orthitite, émeraude, zircon, serpentine, pikrophylle, saponite, apophyllite, stilbite, laumonite, chabasie, analcime, zéolite farineuse, graphite, anthracite et bitume (1).

Ces minéraux, qui forment un total de plus de 80 espèces, renferment au moins 42 (2) corps simples sur les 57 qui sont connus : ce sont le silicium, le bore, le carbone, l'hydrogène, le fluor, le chlore, l'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, l'étain, le zinc, le cadmium? le bismuth, le mercure? l'argent, le plomb, le potassium, le sodium, le lithium, le barynm, le calcium, le magnésium, l'yttrium, l'aluminium, le zirconium, le cérium, le lanthane, le didyme, le manganèse, le fer, le nickel, le cobalt, le cuivre, l'or, le vanadium, le molybdène, le tungstène et l'urane.

Nulle part ailleurs, hors des gîtes qui appartiennent à la catégorie de ceux qui nous occupent, même dans les groupes de filons les plus riches en minéraux variés, tels que ceux des environs de Pzibram en Bohême, ou de Beresowsk en Sibérie, on n'a trouvé une réunion d'éléments et de combinaisons si variés.

Rareté comparative du spath fluor et de la baryte sulfatée.

Parmi les corps qui manquent, on peut citer l'iode, le brôme; la pyrosmalite, le seul minéral renfermant le chlore, n'a été trouvée qu'en très-faible quantité et dans une seule mine à Nordmark. Enfin, le quatrième membre de ce groupe,

(1) L'anthracite et le graphite, dans tous les gîtes où ils ont été rencontrés, sont accompagnés de bitume; ce qui doit faire penser que ces trois substances sont d'origine organique.

(2) En y comprenant le didyme, métal associé au cérium et au lanthane, et découvert par M. Mosander.

le fluor, très-fréquent à l'état de spath fluor, dans un grand nombre de gîtes plus récents, se trouve rarement, en Suède, à cet état de combinaison. La rareté, au milieu de toutes ces richesses minérales, de la baryte sulfatée, qui est si abondante dans beaucoup de dépôts métallifères postérieurs, est encore plus remarquable; cette substance n'a effectivement été trouvée dans les gîtes subordonnés au gneiss de la Scandinavie que dans cinq ou six localités, et encore en petite quantité. Il est à remarquer d'un autre côté que le spath fluor et la baryte sulfatée, ou l'un de ces deux minéraux au moins, se trouvent plus abondamment dès que l'on passe à des dépôts métallifères moins anciens, tels que ceux de Cimbrishamn, de la contrée de Christiania, de Sahla et de Kongsberg.

Leur relation avec la roche encaissante.

Très-rarement il existe une démarcation nette entre l'amas de minerai et la roche encaissante. Les transitions qui lient l'un à l'autre sont de nature variées; celles qui ont été signalées plus haut pour les amas des environs d'Arendal ne sont pas les seules que l'on observe : au Solberg, près Naes, le gneiss passe graduellement à une roche granitoïde à grands cristaux qui forme l'enveloppe du fer oxydulé; souvent aussi le gneiss se transforme insensiblement en micaschiste, surtout près des amas où le quartz prédomine. Enfin, dans d'autres localités, le minerai, au lieu d'être à peu près isolé de la roche voisine sous forme de grandes amandes, y est intimement mélangé; le gîte consiste alors en un gneiss ou en un micaschiste imprégné de minéraux métalliques : telles sont, en Norvége, les mines de fer de Hassel, celles de cobalt de Skutterud, ou enfin, les célèbres *faldbandes* de Kongsberg. Dans un assez grand nombre de lieux, les divers gîtes sont renfermés dans

quelques mots afin de pouvoir y trouver un terme de comparaison.

Haute Silésie. Dans toutes ces contrées, les gîtes dont il est question sont subordonnés au gneiss, au micaschiste ou à d'autres roches schisteuses cristallines, avec des amas de calcaire, de dolomie et de roches amphiboliques. M. de Oenhausen en cite aussi dans le schiste argileux autrefois nommé *primitif* (Urthonschiefer) de la haute Silésie (1). Les couches de fer oxydé rouge, les amas de pyrite de fer, de galène et de blende subordonnés au terrain de transition de ce dernier pays établissent encore, conformément à ce qui a été dit pour ceux de la Suède, une transition entre les gîtes enclavés dans le gneiss et les dépôts subordonnés à tous les terrains stratifiés.

Saxe. Les amas des environs de Schwarzenberg et de Breitenbrunn en Saxe, dont M. le Berghauptmann Freisleben et M. le professeur Naumann (2) ont donné une description très-circonstanciée, et que j'ai aussi eu occasion de visiter, sont très-analogues à ceux du Nord. M. Naumann les considère comme ayant été injectés, ainsi que les masses de grünstein, de calcaire grenu et de dolomie qui les accompagnent à la manière des roches plutoniques, et il propose pour cela de les nommer *filons-couches* (Lagerfoermige gaenge). Il se fonde principalement sur ce que certaines masses de grünstein ou de calcaire forment des ramifications dans la roche encaissante et en empâtent des fragments. Ce fait, analogue à d'autres

(1) *Beschreibung von Oberschlesien von v. Oenhausen*, page 46.

(2) *Freisleben geognostische Arbeiten*, page 47. — Naumann. *Erlaeuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen*, cah. 2, page 219.

que j'ai signalés plus haut pour la Suède, prouve seulement, ce me semble, que le calcaire ou le grünstein a été ramolli. Alors il a pu, par suite de mouvements du terrain, être intercalé dans la roche voisine.

Les nombreux gîtes des districts d'Oravicza, de Dognaska, de Szaska et de Moldova dans le Banat, dont quelques-uns étaient déjà exploités par les Romains, sont souvent associés, comme en Suède, en Norvège et en Saxe, aux amas de calcaire : quelques-uns de ces amas calcaires atteignent des dimensions de 1000 mètres à 4000 mètres de largeur sur 12000 mètres de longueur. Les principaux minéraux que l'on y a trouvés sont (1) : les minerais de cuivre ordinaires (cuivre pyriteux, cuivre panaché, cuivre gris, cuivre sulfuré, cuivre oxydé noir, cuivre oxydulé, cuivre phosphaté, carbonates de cuivre), la galène argentifère, le sulfure d'antimoine ; la bournonite, l'acide antimonieux, la blende, la calamine, le fer oxydulé, le fer oligiste, la pyrite de fer, le fer spathique, le fer arsenical, le cobalt arsenical, le molybdène sulfuré, l'or natif qui est aussi renfermé dans la galène et le cuivre gris : outre les gangues principales qui sont le calcaire et le grenat, on trouve la dolomie, le quartz, l'amphibole, la lithomarge, l'apophyllite et d'autres zéolites. Les minerais de fer ne prédominent pas dans le Banat comme dans le Nord, tandis que la calamine qui n'existe pas dans les amas de la Suède, y a été abondamment rencontrée. Ce sont le cuivre, le plomb, l'argent, le zinc et l'or qui y ont été principalement exploités. Banat.

Enfin les États de New-York, de Connecticut,

(1) Martini. *Die geognostischen Verhältnisse in den Banaten Bergwerks Revieren. Mineralogisches Taschenbuch*, 1823.

Amérique du Nord.

de Massachussets et de la Caroline du Nord (1) renferment aussi des amas de fer oxydulé et des différents sulfures métalliques, qui paraissent avoir la plus grande analogie avec les amas de la Suède. Ils renferment les mêmes substances et sont aussi associés à des amas de calcaire cristallin, de roches amphiboliques et de serpentine; quelquefois en outre à des gîtes puissants de graphite comme à Raleigh (2) dans la Caroline du Nord. La présence de divers minéraux renfermant le tantale, le zirconium, le glucinium, dans les veines granitiques de Haddam, de Chesterfield, de Goshen, de Midletown, etc., forme un trait de ressemblance de plus entre la composition chimique de ces deux régions du globe. D'ailleurs leur structure où l'horizontalité des couches de transition est habituellement conservée, le mode de dispersion des matériaux diluviens, un relief remarquable par la présence de vastes lacs, tout le sol enfin d'une partie de l'Amérique du Nord, jusqu'à la végétation qui le recouvre, paraît rappeler en tout point la péninsule scandinave (3).

Ils diffèrent des amas plus récents par leur composition complexe.

Les gîtes enclavés dans le gneiss de la Suède étant contemporains de la cristallisation de ce terrain, remontent aux époques géologiques les plus anciennes dont il nous reste des traces distinctes; or, bien que l'on ait montré plus haut l'analogie qui les réunit aux dépôts subordonnés aux terrains stratifiés, ils diffèrent de tous ceux qui sont encaissés dans des roches moins anciennes par la complexité de leur composition. Ce qui caractérise les amas de la Scan-

(1) Hitchcock, *Geology of Massachussets*. — Shepard. *On Connecticut*.—Mather. *Silliman's American Journal*, XXI, page 97.

(2) Olmsted. *Silliman's American Journal*, XIV.

(3) Kealing. *Narrative of an expedition*, etc.

dinavie, ce n'est pas seulement la présence d'un très-grand nombre de corps simples et en particulier de minéraux renfermant le cérium, le lanthane, le didyme, l'yttria et la zircone qui n'ont pas été trouvés dans les autres gîtes métallifères de l'Europe, mais c'est aussi ce mélange intime de composés très-variés d'oxydes métalliques avec des sulfures, séléniures, tellurures et arséniures des gangues habituelles des gîtes en filons avec des substances que l'on ne rencontre guère que dans les roches d'origine plutonique, telles que l'amphibole, le pyroxène, l'épidote, le mica et différentes zéolites, et au milieu de tout cela, comme pour qu'il y ait des représentants de toutes les familles minéralogiques, des traces de combustibles charbonneux et de bitume. C'est une richesse de composition qui rappelle celle des roches schisteuses aurifères et ferrifères du Brésil dont la formation paraît aussi très-ancienne, et que l'on retrouve, encore à part la présence de différentes raretés, dans les amas subordonnés au gneiss d'autres contrées, comme au Banat ou en Saxe. Les amas d'époque postérieure qui s'en rapprochent le plus, tels que ceux de l'île d'Elbe, les vastes dépôts de l'Oural, etc., sont en général de composition plus simple : la complexité des premiers constraste surtout avec la simplicité des dépôts les plus récents, tels, par exemple, que ceux de fer pisolitique si répandus en France.

L'association de l'oxyde d'étain aux fluosilicates et aux borosilicates se retrouve dans tous ces amas.

Cependant au milieu de cette confusion apparente, la règle générale qui a été signalée dans un mémoire précédent (1) sur la constance de l'association des borosilicates aux fluosilicates et à

(1) *Annales des Mines*, 3[e] série, tome XX, page 101.

l'oxyde d'étain, dans les Stockwerks stannifères, reçoit une confirmation bien frappante dans cette autre catégorie d'amas qui se trouvent aussi par cette circonstance reliés aux Stockwerks. Le seul des gîtes de la Suède au nombre de plus de 400 où l'oxyde d'étain a été rencontré, celui d'Utö, est aussi celui où les fluosilicates (lépidolite et mica fluoré) sont les plus abondants, et le seul actuellement exploité où la tourmaline a été indiquée (1). Dans deux autres mines où on a trouvé des borosilicates, ils étaient aussi accompagnés de composés fluorés, c'est à Nordmark près Philippstadt et à Nödebro près Arendal. La grande probabilité pour que ces coïncidences ne soient pas un effet fortuit s'approche encore davantage de la certitude quand on étend l'examen aux amas enclavés dans le gneiss de la Saxe dont deux seulement renferment l'oxyde d'étain ; ces deux gîtes, situés près de Breitenbrunn et de Wohnhütte, sont à gangue quartzeuse, tandis que dans la plupart des autres le calcaire domine ; ils se distinguent en outre par la présence de borosilicates, la tourmaline et l'axinite, qui n'ont pas été signalés par M. Freisleben et par M. Naumann dans d'autres amas. L'association fréquente, dans les plus anciens amas, de l'étain au fluor et au bore, mérite donc d'être considérée au moins comme une règle empirique, lors même qu'on n'admettrait pas l'explication qui en a été proposée.

(1) M. Hisinger a cependant aussi indiqué la tourmaline dans l'ancienne mine de Vanga, en Ostrogothie, mais sans renseignements.

NOTICE

Sur la construction des hauts-fourneaux au coke de Maubeuge (Nord);

Par M. DROUOT, Ingénieur des mines.

Les dépenses résultant de la mise à feu des hauts-fourneaux, et par conséquent la durée des fondages, exercent toujours une influence notable sur le prix de revient de la fonte. Ces dépenses s'élèvent, en effet, à une somme considérable pour les grands hauts-fourneaux fondant au coke; aussi apporte-t-on dans la construction de ces appareils des soins tout particuliers qu'il serait utile de donner également aux hauts-fourneaux alimentés avec du charbon de bois. Cette considération m'a porté à croire que les personnes qui ont à s'occuper de semblables appareils pourraient lire avec intérêt quelques détails sur les deux hauts-fourneaux au coke que j'ai fait construire à Maubeuge de concert avec M. l'ingénieur des mines Boudousquié, pendant les années 1838 et 1840. Je me suis ainsi décidé à écrire ces détails, qui forment d'ailleurs le complément des notices que j'ai présentées avec la même intention sur la construction des fours employés à la fabrication du coke (1) et l'exploitation des minerais de fer dans l'arrondissement d'Avesnes (2).

L'usine à fer de Maubeuge renferme deux hauts-fourneaux au coke, construits sur le même modèle, mais dont un seul a été achevé et mis à feu en 1840. Les plates-formes des gueulards sont réu-

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XX, p. 3.
(2) *Idem*. *Idem*. p. 497.

nies par une par une charpente et un plancher en bois de 13 mètres de longueur; les bases de massifs ou doubles muraillements étant distants l'un de l'autre de 5 mètres.

La disposition de l'usine et de ces hauts-fourneaux est indiquée dans ma Notice sur les fours employés à la fabrication du coke (p. 20, et *Pl. I*, *fig.* 23, *Annales des mines*, tome XX, 3e série); mais la halle de coulée n'étant pas figurée sur cette planche, il convient d'ajouter ici que les hauts-fourneaux ne sont point placés sous cette halle et qu'ils en sont à une distance de 5 mètres mesurée au niveau des bases des massifs. Cet espace libre facilite beaucoup le service, en permettant de détourner, à leur sortie du creuset, les laitiers qui seraient très-encombrants si on les laissait couler jusque dans la halle où l'on devrait pénétrer avec des voitures pour les enlever.

Les deux hauts-fourneaux étant construits sur le même modèle, je me contenterai de décrire celui qui fut achevé et mis à feu en 1840; c'est celui qui se trouve à gauche de l'observateur supposé placé dans la halle de coulée. J'indiquerai ensuite la marche suivie et les soins apportés dans l'exécution. Je terminerai par quelques mots sur le séchage de cet appareil, sa mise au feu, sa production et sa consommation journalières (1).

(1) En Belgique, où il existe environ 40 grands hauts-fourneaux au coke construits postérieurement à l'année 1826, dans les vallées de la Sambre et de la Meuse, on estime à 3.000.000 kil. de fonte la production moyenne et annuelle de chacun de ces appareils pendant son roulement. Les frais de construction, comprenant l'achat des terrains et des machines ainsi que l'établissement des fours nécessaires pour la fabrication du coke, sont évalués à 500.000 fr. par haut-fourneau.

Répartition des figures sur les planches.

Fig. 1 et 2, *Pl. VIII.* — *Fig.* 3, 4 et 5, *Pl. XI.* — *Fig.* 6 et 7, *Pl. X.* — *Fig.* 8 à 12, *Pl. VIII.* — *Fig.* 13 à 26, *Pl. IX.* — *Fig.* 27 à 49, *Pl. X.*

Explication des figures et description du haut-fourneau.

Pl. VIII, Fig. 1 Elévation représentant la face de coulée du haut-fourneau et de sa fondation, ainsi qu'une partie du pont en bois qui réunit la plate-forme du gueulard avec celle du haut-fourneau de droite (1). La position de cette face est indiquée par la lettre *g''* dans les *fig.* 2 à 8.

— *fig.* 2. Plan ou coupe horizontale au niveau de la ligne *a''a''* des *fig.* 1 et 8, *pl. VIII*, c'est-à-dire suivant le plan de naissance des voûtes des conduites d'assèchement de la fondation.

— *fig.* 3, Plan au niveau de la ligne *b''b''* des *fig.* 1 et 8, c'est-à-dire au niveau des axes des tuyères.

Pl. IX, fig. 4. Plan au niveau de la ligne *c''c''* des *fig.* 1 et 8, *pl. VIII*, c'est-à-dire au niveau de la partie inférieure des quatre gros sommiers en fonte destinés à empêcher l'écartement des pierres réfractaires composant l'ouvrage (2).

— *fig.* 5. Plan au niveau de la ligne *d''d''* des *fig.* 1 et 8, c'est-à-dire au niveau du gros anneau en fonte qui supporte le revêtement réfractaire intérieur de la cuve.

---

(1) En représentant les détails de tous les matériaux : briques réfractaires ou ordinaires, pierres de taille et moellons bruts qui entrent dans la composition de la maçonnerie, on eût compliqué sans nécessité les dessins. Il a paru suffisant de donner ces détails pour certaines parties, en ayant soin, d'ailleurs, d'indiquer les lignes de séparation de toutes les parties de diverses natures et de diverses formes.

(2) Pour ne pas compliquer cette figure, on a omis tous les détails de l'ouvrage inférieurs au plan de la section. On a fait de même pour les *fig.* 5 à 7.

Pl. X, fig. 6. Plan au niveau de la ligne *e''e''* des *fig.* 1 et 8, c'est-à-dire au niveau d'une assise des conduits secondaires de dessication du double muraillement.

Cette figure fait connaître la disposition des conduits de dessiccation qui sont indiqués par des lignes pleines et celle d'une assisse des plateaux en fonte reliés par des barres de fer d'ancrage destinés à consolider le massif. Ces barres de fer sont indiquées par des lignes ponctuées. Pour ne pas compliquer la figure, on a omis le détail des conduits réservés dans la maçonnerie pour la pose de ces barres qui, en réalité, n'y sont point fixées; mais seulement couchées dans des conduits de telle sorte qu'on peut les retirer et les remplacer lorsqu'elles se brisent.

— *fig.* 7. Plan au niveau de la ligne *f''f''* des *fig.* 1 et 8, c'est-à-dire au niveau de la plate-forme du gueulard.

Elle fait connaître la disposition des trois portes de chargement réservées dans la cheminée qui surmonte le gueulard, les points de la plate-forme où aboutissent les quatre conduits principaux de dessication du massif, les plaques de fonte qui recouvrent cette plate-forme et les murs de garde qui l'entourent de trois côtés.

Pl. VIII, fig. 8. Coupe verticale suivant la ligne *h''h''* des *fig.* 1 à 7.

Elle fait connaître la disposition des maçonneries de diverses natures qui composent le haut-fourneau proprement dit et sa fondation.

— *fig.* 9. Elévation de l'une des embrasures de tuyère représentant la tuyère à eau mise en place ainsi que les tuyaux d'arrivée et de fuite de l'eau.

— *fig.* 10. Plan d'une des quatre plaques de fonte P qui supportent les quatre gros sommiers O.

Ces quatre plaques ne sont pas égales entre elles. Leur différence est facile à saisir, elle résulte uniquement de ce que l'embrasure de coulée est plus large que les trois autres.

La plaque représentée est celle qui se trouve entre l'embrasure de coulée et l'embrasure de tuyère

placée à gauche de l'observateur. En la retournant on pourrait la placer dans le pilier de droite.

— *fig.* 11. Elévation, avec coupe transversale, du gros sommier en fonte O qui paraît dans l'embrasure de coulée. La face représentée en élévation est celle dont une partie est vue dans l'embrasure. La section est supposée rabattue en tournant autour d'une des deux lignes de cette section parallèle au plan de l'élévation.

— *fig.* 12. Elévation ou vue de face de l'un des quatre assemblages du gros anneau en fonte R qui supporte la chemise intérieure ou revêtement réfractaire intérieur de la cuve.

Pl. IX, *fig.* 13. Elévation de l'ensemble des pierres réfractaires comprenant le creuset, l'ouvrage et la partie inférieure des étalages.

Cet ensemble est représenté de face comme il serait vu dans la *fig.* 1, *pl. VIII*, s'il n'était pas enveloppé de maçonnerie, la dame étant enlevée ainsi que la pierre ou la brique réfractaire avec laquelle on ferme, pendant la marche régulière du haut-fourneau, l'ouverture de tuyère opposée à la face de coulée.

Il est désigné dans le pays à peu près indifférem-ment sous les noms de creuset et d'ouvrage. Il se compose de sept assises dites : 1° le fond, 2° le creuset, 3° les tuyères, 4° les couvertures de tuyères, 5° la couverture du creuset ou de l'ouvrage, 6° et 7° la partie inférieure des étalages.

— *fig.* 14. Plan au niveau de la ligne $l''l''$ des *fig.* 13 et 20.

Les pierres de fond y sont représentées par des lignes pleines et en partie ponctuées (1).

— *fig.* 15. Plan au niveau de la ligne $m''m''$ des *fig.* 13 et 20.

— *fig.* 16. Plan au niveau de la ligne $n''n''$ des *fig.* 13

(1) Dans cette *fig.* 14, comme dans les autres *fig.* 15 à 19 et 22 à 26, pour ne pas compliquer le dessin, on a omis les détails inférieurs au plan coupant. Des hachures ont été appliquées sur une partie de la *fig.* 19 uniquement pour permettre de reconnaître avec plus de facilité la face supérieure.

et 20, c'est-à-dire au niveau de la partie supérieure de la tympe en briques ou, ce qui est la même chose, au niveau de la partie inférieure de l'assise de pierres réfractaires dite couverture du creuset.

— *fig*. 17. Plan au niveau de la ligne $p''p''$ des fig. 13 et 20.

— *fig*. 18. Plan au niveau de la ligne $q''q''$ des *fig*. 13 et 20.

— *fig*. 19. Plan au niveau de la ligne $r''r''$ des *fig*. 13 et 20.

— *fig*. 20. Coupe verticale de l'ensemble suivant la ligne $h''h''$ des *fig*. 13 à 19 (1).

— *fig*. 21. Elévation d'un ensemble de pierres réfractaires analogue à celui représenté *fig*. 13 à 19, mais avec cette différence que les faces du creuset et de l'ouvrage sont entièrement planes au lieu d'être en partie coniques et circulaires.

— *fig*. 22. Plan au niveau de la ligne $l''l''$ des *fig*. 21 et 27.

— *fig*. 23. Plan au niveau de la ligne $m''m''$ des *fig*. 21 et 27.

— *fig*. 24. Plan au niveau de la ligne $n''n''$ des *fig*. 21 et 27.

— *fig*. 25. Plan au niveau de la ligne $p''p''$ des *fig*. 21 et 27.

— *fig*. 26. Plan au niveau de la ligne $q''q''$ des *fig*. 21 et 27.

— *fig*. 27. Coupe verticale de l'ensemble suivant la ligne $h''h''$ des *fig*. 21 à 25 et 19 (2).

— *fig*. 28. Plan de la dame en pierre qui forme l'avant-creuset.

— *fig*. 29. Elévation longitudinale de la dame en pierre qui forme l'avant-creuset.

— *fig*. 30. Elévation transversale de la dame en pierre qui forme l'avant-creuset.

---

(1) Pour ne pas compliquer cette coupe, on a omis de figurer les joints des pierres composant une même assise. Ils sont suffisamment indiqués par les divers plans ou coupes horizontales. Ceux de deux assises contiguës ne se correspondent jamais.

(2) Le plan au niveau $r''r''$ *fig*. 21, est le même que celui qui correspond aux mêmes lettres de la *fig*. 13; il est représenté *fig*. 19. Voir d'ailleurs la note 1, concernant la *fig*. 14.

— *fig*. 31. Elévation de la plaque en fonte *g* qui maintient la dame en pierre dans l'avant-creuset telle qu'elle paraîtrait dans la *fig*. 1, *pl*. *VIII* si la plaque de gentilhomme *h* était enlevée.

— *fig*. 32. Plan d'un des trois secteurs formant, par leur assemblage, l'anneau en fonte qui sert de base à la cheminée du gueulard. Ces trois secteurs sont égaux entre eux.

La partie couverte de hachures représente une coupe verticale faite suivant la ligne *s''s''* et rabattue sur le plan horizontal. Les mortaises dans lesquelles s'engagent les tenons des chambranles sont indiquées par de petites lignes en croix.

— *fig*. 33. Elévation développée de la face verticale *a'g'd'd'g'a'* de la *fig*. 31.

On y voit les parties saillantes *d'd'* contre lesquelles viennent buter les roues des chariots de chargement qu'elles empêchent ainsi de rouler dans le gueulard. On y voit aussi les rainures avec mortaise *g'g'* dans lesquelles sont maintenues les chambranles des trois portes de chargement.

— *fig*. 34. Plan d'un des trois secteurs, formant par leur assemblage l'anneau en fonte qui sert de linteaux aux portes de chargement.

La partie couverte de hachures représente une coupe verticale faite suivant la ligne *s''s''* et rabattue sur le plan horizontal.

Les mortaises dans lesquelles s'engagent les tenons des chambranles sont indiquées par des lignes en croix comme à la *fig*. 31.

— *fig*. 35. Elévation développée de la face verticale *c'f'f'c'* de la *fig*. 34.

— *fig*. 36. Elévation de l'un des six chambranles des trois portes de la cheminée du gueulard.

La partie couverte de hachures représente une section horizontale rabattue sur le plan vertical de l'élévation.

— *fig*. 37. Coupe d'une tuyère à eau par un plan passant par l'axe.

— *fig*. 38. Elévation suivant la ligne *t't'* de la *fig*. 37.

On y voit le tuyau *p* par lequel l'eau arrive, et le tuyau *q* par lequel elle sort.

— *fig*. 39. Coupe longitudinale d'une partie du tuyau

p ou *q*, *fig*. 38, servant à l'introduction de l'eau dans la tuyère ou à sa sortie.

Ces tuyaux sont munis d'un écrou qui, serré contre la tuyère, empêche les pertes d'eau par les joints.

— *fig*. 40. Coupe d'une tuyère en fonte par un plan vertical passant par l'axe, la tuyère étant supposée en place,

— *fig*. 41. Elévation transversale de dito suivant la ligne *v''v''* de la *fig*. 40.

— *fig*. 42. Elévation vue de face d'un des plateaux en fonte L, servant à ancrer le massif du haut-fourneau.

La partie plane qui doit être tournée contre la maçonnerie est supposée verticale, la barre de fer d'ancrage et la clavette qui doivent maintenir le plateau étant enlevées.

— *fig*. 43. Elévation du plateau, *fig*. 42, vue de profil.

— *fig*. 44. Profil d'un plateau d'ancrage L déjà représenté *fig*. 42 à 44, mais supposé en place et maintenu par sa barre de fer que traverse une clavette de même métal : la face plane est supposée appuyée contre la face inclinée du massif du haut-fourneau.

— *fig*. 45. Plan ou coupe horizontale du même plateau au niveau de la ligne *y''y''*, *fig*. 44.

Pour ne pas compliquer le dessin, on a omis les détails inférieurs au plan coupant.

— *fig*. 46. Elévation de la plaque de gentilhomme suivant la ligne *h''h''* du plan *fig*. 3.

La partie couverte de crans est celle qui touche la dame.

— *fig*. 47. Élévation d'une des trois portes qui ferment les trois ouvertures réservées dans la cheminée du gueulard pour le chargement.

Cette porte est supposée fermée : les deux battants dont elle se compose sont rapprochés.

— *fig*. 48. Plan de l'outil appelé fiche et employé pour introduire le mortier dans les joints des pierres.

— *fig*. 49. Elévation longitudinale de dito.

Pl. VIII, *fig*. 1. AA. Argile d'alluvion jaunâtre avec veines blanches et grains ronds ferrugineux provenant du remaniement de l'argile de formation tertiaire qui constitue le sol des environs de Maubeuge.

Cette argile d'alluvion tout à fait imperméable est assez dure pour qu'il soit difficile de la fouiller au louchet. Elle constitue une couche de 2 mètres de puissance reposant sur des sables et graviers vaseux imprégnés d'eau. Elle est recouverte par une couche végétale d'un mètre d'épaisseur. Elle sert de base à toutes les constructions de l'usine.

Pl. VIII, BB. Sol naturel de la prairie avant l'établissement de l'usine.

— CC. Sol général et remblayé de l'usine après son entier achèvement.

Le sol de la halle de coulée est au même niveau et par conséquent à $0^m,50$ en contre-bas du fond du creuset du haut-fourneau.

Pl. VIII à *X*, *fig.* 1 à 8. DD. Fondation du haut-fourneau.

Cette maçonnerie a la forme d'un tronc de pyramide de $5^m,50$ de hauteur, dont les bases carrées ont $14^m,50$ et 13,00 de côté. Elle est faite avec du mortier de chaux et de sable. Sa partie supérieure, ainsi que les parois des conduits d'asséchement E et de la cavité F destinée à recevoir les pierres de fond de l'ouvrage, sont construites en briques ordinaires, les quatre angles supérieurs sont en pierres de taille, tout le reste est en moellons calcaires.

— *fig.* 1 à 3 et 8. EE. Conduits d'asséchement de la fondation.

Ces conduits horizontaux sont destinés à soutirer l'humidité qui pourrait arriver jusqu'à la fondation lors des débordements de la rivière de Sambre. Ils se croisent à angles droits sous l'axe de la cuve du haut-fourneau, et se terminent à des petits puits verticaux à section carrée et distants de 0^m50 des arêtes supérieures et extérieures de la fondation. Ces puits sont au nombre de trois seulement, il n'en existe pas dans l'embrasure de coulée. Leur orifice est recouvert en maçonnerie après l'achèvement des travaux. Les conduits horizontaux sont voûtés sur plein cintre ; ils ont $0^m,75$ de hauteur sous clef, et 0,50 de largeur.

— *fig.* 1 et 8. FF. Cavité réservée dans la partie supérieure de la fondation, pour recevoir les pierres de fond du creuset.

Cette cavité de $1^m,10$ de profondeur présente une

section horizontale carrée de 4 ^{m},00 de côté. Les pierres de fond du creuset ne l'occupent pas en entier, à beaucoup près; mais, pour faciliter la pose de ces pierres, on doit conserver un espace libre que l'on remplit ensuite avec de la maçonnerie réfractaire.

— *fig*. 1, 3 à 8. GG. Massif ou double muraillement.

Il est construit avec mortier et chaux de sable. Les quatre arêtes principales, la corniche qui entoure la plate-forme du gueulard, le cordon qui se trouve à la base sont en pierre de taille (calcaire bleuâtre de transition). Le reste est en briques ordinaires.

— *fig*. 3 à 8. HH. Conduits principaux de dessiccation du massif.

Ils ont une section carrée de 0^m,30 de côté, et s'élèvent verticalement jusqu'au niveau de la partie cylindrique du ventre. Plus haut, ils s'infléchissent parallèlement aux deux faces extérieures du massif les plus voisines. A leur partie inférieure ils communiquent avec les deux embrasures de tuyères latérales par quatre galeries horizontales I voûtées sur plein cintre de 0^m,30 de largeur et 0,60 de hauteur sous chef.

— *fig*. 8, 3 et 9. I. Galeries horizontales au moyen desquelles les conduits principaux de dessiccation K sont mis en communication avec les embrasures de tuyères latérales.

C'est par ces galeries qu'est introduite la flamme des deux foyers employés pour sécher le massif.

— *fig*. 1, 8 et 6. K. Conduits secondaires de dessiccation du massif.

Ils sont distribués par assises horizontales séparées les unes des autres par onze assises de briques. Ils partent tous des conduits principaux H. Ceux d'une même assise se ramifient horizontalement dans l'assise de maçonnerie à laquelle ils correspondent et débouchent au jour sur les quatre faces du massif. Leur hauteur verticale égale l'épaisseur d'une brique ordinaire. On les arrête à la distance de 0^m,50 du vide intérieur destiné à recevoir les revêtements réfractaires. En les faisant pénétrer plus avant, on aurait à craindre que, la maçonnerie venant à se

fendre, il ne s'établît des courants d'air qui occasionneraient une perte notable de chaleur pendant le roulement du haut-fourneau.

Dans la *fig*. 8 on aurait pu représenter toutes les diverses assises de ces conduits, mais on eût compliqué inutilement le dessin, c'est pourquoi on n'a représenté que que l'assise correspondante au plan coupant et horizontal $e''e''$, *fig*. 6, *Pl. X*.

— *fig*. 1, 42 à 45 et 6. L. Plateaux en fonte reliés par des tirants en fer pour consolider le massif.

Les tirants sont en fer méplat de $0^m,017$ sur $0^m,070$ d'équarrissage. Ils doivent être placés à plus de $1^m,25$ de distance du feu, c'est-à-dire du vide intérieur du haut-fourneau, autrement ils seraient altérés par la chaleur (1). Leurs extrémités sont faites en fer carré de $0^m,025$ de côté, de manière à présenter une espèce de boucle ou mortaise, dans laquelle se place la clavette en fer qui retient le plateau.

Entre chaque plateau et le massif on place un disque ou cercle en bois blanc de $0^m,015$ d'épaisseur qui, par son élasticité, diminue les chances de rupture des plateaux et des tirants. On doit éviter de faire aboutir à ces disques de bois les conduits de dessiccation secondaires K, autrement on risquerait de les brûler pendant le séchage de la masse.

— *fig*. 1, 3 à 8. M. Embrasure de coulée.

— et *fig*. 9. N. Embrasures de tuyères.

L'ouverture de tuyère dans l'embrasure de rustine est toujours fermée avec une pierre ou une brique réfractaire pendant la marche régulière du haut-fourneau. On ne la débouche que dans des circonstances extraordinaires pour remplacer celle des deux autres tuyères qui pourrait s'obstruer.

Les quatre embrasures ont leurs faces latérales verticales. Elles sont recouvertes par des voûtes

(1) Les tirants qui se trouvent au-dessus du plan de naissance du ventre pourraient être plus rapprochés du vide intérieur qu'ils ne le sont ici; ils pourraient être disposés de manière à partager la maçonnerie en deux parties égales, mais alors il conviendrait de donner plus de queue aux pierres d'angle du massif.

ayant à peu près la forme de surfaces coniques à bases circulaires (1), dont les axes horizontaux forment entre eux des angles droits et se trouvent dans un même plan horizontal à $2^m,45$ au-dessus de la fondation, c'est-à-dire au niveau de la partie supérieure des gros sommiers en fonte O. L'embrasure de coulée étant plus large que les trois autres, se trouve nécessairement recouverte par une voûte plus élevée (2).

La partie du fond de ces embrasures qui se trouve au-dessus des sommiers en fonte O est formée par une surface inégale, mais dont l'ensemble, à peu près plan, présente une inclinaison égale à celle des étalages. Cette surface est formée par une série d'assises de briques réfractaires alternant avec des plaques de fonte.

Les quatre voûtes sont construites en briques ordinaires avec mortier de chaux et de sable. Leurs intersections avec les faces extérieures du massif sont elliptiques, parce que ces faces extérieures sont inclinées, tandis que les axes des cônes sont horizontaux.

— *fig.* 1, 8, 9, 4 et 11. O. Quatre gros sommiers en fonte assemblés à mi-épaisseur et formant un carré destiné à empêcher l'écartement des pierres qui composent la partie supérieure de l'ouvrage (3). Ils ont une section carrée de $0^m,30$ de côté.

---

(1) On fera connaître plus exactement la forme de ces voûtes en décrivant le mode suivi pour leur exécution.

(2) Pour permettre aux ouvriers de circuler plus facilement d'une embrasure à l'autre, on pratique quelquefois, dans les pieds-droits de ces embrasures, des galeries de $0^m,65$ de largeur et $2^m,10$ de hauteur, dont on se sert aussi pour conduire la flamme des foyers dans les conduits principaux de dessication pendant le séchage de la masse. Les faces latérales de ces galeries sont cylindriques, à base circulaire, leur axe est celui même de la cuve du haut-fourneau.

(3) Ces gros sommiers en fonte O, dont le poids joint à celui de leurs taques de support P est énorme, ne sont pas indispensables. Ils sont d'un usage général en Belgique, mais dans un grand nombre d'usines de France ils sont remplacés par de fortes marâtres ou sortes de madriers en fonte.

La *fig.* 11 représente en élévation longitudinale et en coupe transversale celui des sommiers qui est visible dans l'embrasure de coulée.. L'arête inférieure et extérieure est tronquée dans toute la largeur de cette embrasure.

Le carré formé par ces quatre sommiers doit être assez grand pour que les pierres réfractaires de l'ouvrage ne le touchent pas et ne touchent pas même les plaques montantes ; autrement les sommiers seraient infailliblement rompus lors de la mise à feu, quelle que fût leur épaisseur, rien ne pouvant s'opposer à la dilatation des pierres fortement chauffées. L'espace restant entre ces pierres réfractaires et les gros sommiers doit être rempli avec de la maçonnerie réfractaire compressible et faite pour cela avec des fragments de briques L'assemblage des sommiers eux-mêmes doit présenter un peu de jeu.

— *fig.* 1, 8, 9, 4 et 10. P. Quatre plaques en fonte de $0^m,07$ d'épaisseur sur lesquelles reposent les sommiers O qui, sans ces intermédiaires, écraseraient la maçonnerie.

Ces plaques ne sont pas toutes quatre identiques; celles qui se trouvent de chaque côté de l'embrasure de coulée sont égales entre elles, mais non symétriques. Les deux autres sont symétriques et égales entre elles, mais non égales aux deux premières. Ces différences sont faciles à reconnaître; elles résultent uniquement de la différence de largeur des embrasures de tuyères et de coulée.

La *fig.* 10 représente une des deux plaques qui se trouvent entre l'embrasure de coulée et les embrasures de tuyères.

— *fig.* 1, 8, 9 et 5. Q. Marâtres ou madriers en fonte de $0^m,06$ d'épaisseur et $0^m,25$ de largeur avec des longueurs variables.

Ces marâtres, au nombre de douze, sont réparties dans trois assises séparées les unes des autres par trois assises de briques réfractaires fermant le fond de la partie supérieure des embrasures. On emploie dans cette partie des briques réfractaires uniquement parce qu'elles sont plus faciles à tailler que les briques ordinaires.

Les marâtres qui se trouvent dans une même assise sont reliées les unes aux autres par des barres de fer carré de $0^m,03$ de côté, de manière à former des carrés semblables à celui représenté par des lignes ponctuées, *fig.* 5.

— *fig.* 1, 8, 9, 5 et 12. R. Anneau en fonte de $0^m,07$ d'épaisseur et $0^m,40$ de largeur destiné à supporter la chemise intérieure de la cuve, c'est-à-dire la partie du revêtement intérieur réfractaire qui se trouve au-dessus des étalages, de sorte que cette partie peut être posée avant le creuset, l'ouvrage et les étalages. Après une mise hors on peut renouveler ces parties inférieures sans toucher à la supérieure.

Cet anneau doit être distant de $1^m,25$ au moins du vide intérieur du haut-fourneau, c'est à-dire du feu, autrement il pourrait être altéré par la chaleur dans les parties enveloppées de maçonnerie. Il est divisé en quatre secteurs réunis par des boulons avec clavettes au moyen de plaques additionnelles placées en dessous. Ce mode d'assemblage est représenté en plan, *fig.* 5, et en élévation, *fig.* 12. Il est bon de laisser un peu de jeu dans cet assemblage et un espace libre entre l'anneau lui-même et la maçonnerie qui l'enveloppe, afin de ne pas contrarier les effets de la dilatation.

Pl. VIII et *X*, *fig.* 8 et 6. S. Chemise ou revêtement réfractaire extérieur de la cuve.

Elle est formée de briques réfractaires de qualité moyenne, moulées et taillées en forme de voussoirs appropriés aux divers diamètres de la cuve. Ces briques ont $0^m,30$ de longueur, $0^m,21$ de largeur au milieu, et $0^m,105$ d'épaisseur. L'assise inférieure repose sur une banquette circulaire ménagée dans la maçonnerie ordinaire du double muraillement.

Cette chemise est séparée de la maçonnerie ordinaire par un espace annulaire de $0^m,06$ d'épaisseur rempli de briques ordinaires concassées. Elle est séparée de la chemise réfractaire intérieure par un espace semblable, mais rempli de briques ou de pierres réfractaires concassées.

— T. Chemise réfractaire intérieure de la cuve.

Les briques qui la composent doivent être de

premier choix, moulées et taillées en forme de voussoirs. Elles ont 0m,21 de largeur au milieu et 0m,11 d'épaisseur. Celles qui constituent les assises inférieures jusqu'au niveau de la partie supérieure des étalages ont 0m, 40 de longueur seulement. Celles qui sont au-dessus ont une plus grande longueur, de manière à former une saillie lorsque les étalages ne sont pas encore construits. Cette longueur diminue ensuite d'assise en assise jusqu'à ce qu'elle soit réduite à 0m,40, ce qui arrive au niveau supérieur de la partie cylindrique du ventre. Elle est la même pour toutes les assises qui se trouvent au-dessus.

Cette chemise réfractaire intérieure repose sur le gros anneau en fonte R. Elle est séparée de la précédente S par un espace annulaire de 0m,06 d'épaisseur rempli de briques ou pierres réfractaires concassées (1).

Pl. VIII, fig. 8. U. Plaque de fonte carrée de 1m,00 de côté et 0m,06 d'épaisseur destinée à empêcher l'écrasement des voûtes des conduits d'asséchement de la fondation près de leur intersection commune.

Pl. VIII et *IX*, *fig.* 8 et 3. V. Conduits de dessiccation de la maçonnerie qui se trouve au-dessous des pierres de fond du creuset.

Ces conduits ont une largeur de 0m,05 et une hauteur de 0m,06 environ, c'est-à-dire égale à l'é-

---

(1) On a construit en Belgique quelques hauts-fourneaux dans lesquels le revêtement de la cuve était différent. Il se composait d'une seule chemise réfractaire enveloppée de sable argileux réfractaire sur une épaisseur de 0m.10, et maintenue par une autre chemise composée de briques ordinaires. Celle-ci était consolidée au moyen de barres de fer plat appliquées sur sa face extérieure et maintenues par des cercles de même nature, mais disposées horizontalement. Entre cette enveloppe de la cuve et le double muraillement se trouvait un vide annulaire, habituellement recouvert, à sa partie supérieure, par des plaques de fonte, mais dans lequel on pouvait, au besoin, pénétrer après l'avoir tenu découvert pendant quelque temps. En adoptant ce mode de construction, on avait espéré pouvoir, le cas échéant, faire à la partie supérieure de la cuve quelques réparations sans mettre hors. L'expérience a montré qu'une cuve ainsi construite est toujours beaucoup moins solide que celles soutenues immédiatement par le double muraillement.

paisseur d'une assise de petites briques réfractaires composant la maçonnerie dans laquelle ils sont réservés. Ils débouchent dans les trois embrasures de tuyères en s'élevant le long des faces verticales de la cavité F. Au moyen de tuyaux additionnels en fer ou en fonte on peut élever leur orifice au-dessus du sol de ces embrasures, afin d'empêcher l'eau de s'y introduire lorsqu'on en répand accidentellement sur ce sol.

Pl. VIII, *fig.* 8. X. Couche de sable siliceux sur laquelle reposent les pierres du fond Y.

Pl. VIII et *IX*, *fig.* 8, 20, 13 et 14. Y. Pierres réfractaires composant le fond du creuset.

Elles sont au nombre de trois; leur face supérieure se trouve à $0^m,50$ au-dessus du sol de la halle. Cette différence de niveau est nécessaire pour que la fonte puisse couler facilement du creuset dans cette halle.

— *fig.* 8, 3, 20, 13 à 19. Z. Maçonnerie en pierres réfractaires comprenant le creuset, l'ouvrage et la partie inférieure des étalages (1). Les diverses assises sont représentées en élévation, *fig.* 13, en plan *fig.* 14 à 19, et en coupe verticale, *fig.* 20.

Dans la *fig.* 14, les pierres de fond sont repré-

(1) Les parties de cette maçonnerie qui pourraient être visibles dans l'une ou l'autre des quatre embrasures, doivent être revêtues de plaques de fonte ou de briques, afin d'éviter l'effet destructeur de l'air froid sur ces pierres réfractaires dont la partie intérieure est portée à une très-haute température ; mais ce revêtement préservateur doit être disposé de telle sorte que l'on puisse, au besoin, réparer la maçonnerie dans les diverses embrasures, et surtout dans celles des tuyères, car, dans le cours d'une campagne qui dure plusieurs années, il arrive que le feu se porte sur les parois et les corrode, surtout aux environs des tuyères, à tel point qu'on doit les remplacer. Il importe donc que le fond des embrasures ait une certaine largeur, et que les sommiers *o* soient placés à une hauteur convenable au-dessus du sol, afin que l'on puisse exécuter ces réparations sur une certaine étendue. Cette exécution présente peu de difficultés ; on arrête la soufflerie, on ferme toutes les ouvertures autres que celles à réparer, on soutient avec des barres de fer les matières qui se trouvent dans le haut-fourneau; et on enlève les parties à remplacer, en ayant soin de revêtir d'une couche d'argile ordinaire le feu aussitôt qu'il est mis à découvert, afin d'empêcher les courants d'air et de garantir de la chaleur les ouvriers qui exécutent la réparation.

sentées en place par des lignes ponctuées ; elles sont au nombre de trois à peu près égales ; elles ont 2m,50 de longueur, 0m,60 d'épaisseur minimum et 2m,80 de largeur totale pour les trois. Leur longueur est placée perpendiculairement au grand côté de l'avant-creuset.

Dans la *fig.* 3, *Pl. II*, l'ouverture de tuyère de l'embrasure de rustine est représentée fermée par une pierre ou une brique réfractaire, comme elle l'est toujours pendant la marche régulière du haut-fourneau.

Les deux assises représentées, *fig.* 18 et 19, doivent être composées de pièces assez étroites pour passer dans l'ouverture centrale de l'assise, *fig.* 17, lors de la pose (1).

Toutes les pierres réfractaires constituant l'ensemble représenté *fig.* 13, *Pl. IX* consistent en un poudingue à ciment de quartz blanc avec galets arrondis, presque toujours composés de quartz également blanc, mais quelquefois cependant de quartz grisâtre et de fragments de schiste quartzeux, un peu micacé. Elles proviennent du terrain de transition des environs de Huy, province de Namur (Belgique).

Ces pierres présentent des défectuosités nom-

---

(1) A Maubeuge, la partie postérieure du creuset présentait une section horizontale demi-circulaire et l'ouvrage une section circulaire telles qu'on les voit sur les figures précitées, mais, dans quelques usines de Belgique, on donne au creuset et à l'ouvrage des faces entièrement planes, comme les représentent les *fig.* 21 à 27 et 19. Les étalages ont toujours une section circulaire. Le raccordement de l'ouvrage avec les étalages commence à la partie inférieure de la cinquième assise et se termine dans la sixième.

Dans les deux modes de construction, les assises supérieure et inférieure de l'ensemble des pierres réfractaires sont les mêmes. Les pièces dont se composent les assises nos 6 et 7 doivent aussi être, dans les deux cas, assez étroites pour passer dans l'ouverture centrale de la cinquième assise dite couverture de creuset.

Les faces planes sont d'une exécution plus facile que les faces courbes, et lors de la mise à feu, les éclats qui se détachent des parois sont tellement nombreux, qu'avant même d'avoir donné le vent, on ne pourrait plus reconnaître d'après quel système un ouvrage a été construit. On doit donc préférer les creusets à faces planes.

breuses consistant en parties colorées par de l'oxyde de fer, en nids d'argile, et surtout en fissures tellement multipliées dans les carrières qu'il serait impossible de se procurer un ouvrage entier qui en fût entièrement exempt. Toutes éclatent fortement au feu. Cet inconvénient paraît tenir à ce que le ciment quartzeux est très-compacte. Un grès à grains plus fins et ciment peu abondant conviendrait mieux (1).

Il n'est pas nécessaire que les pierres de fond soient de qualité supérieure, mais les trois principales pierres du creuset, celles qui forment la rustine et le dessous des tuyères, doivent être de premier choix. Il en est de même pour celles de la deuxième assise qui recouvrent les trois ouvertures de tuyères et pour celle de la cinquième qui recouvre la tympe, ou l'avant-creuset, lorsque la tympe n'est pas encore placée. Les pierres des assises n°s 2 à 6 doivent avoir 1 mètre de queue; celles de l'assise n° 7 doivent avoir $0^m,80$ au moins. L'épaisseur de l'assise n° 2 règle la hauteur du creuset, elle est fixée dès qu'on a déterminé les dimensions principales du haut-fourneau, mais les épaisseurs des autres assises sont presque arbitraires. On les règle d'après les épaisseurs des bancs de pierre dans la carrière, en ayant soin toutefois, que la ligne du raccordement horizontal de l'ouvrage avec les étalages, tombe à peu près au milieu de l'assise correspondante.

Pl. VIII et *IX*, *fig.* 1, 8, 3, 9 et 4. *a.* Plaques de fonte destinées à maintenir les pierres de l'ouvrage en s'opposant à la poussée des matières contenues dans le haut-fourneau.

Ces plaques sont appuyées par leur partie supérieure, contre les gros sommiers en fonte O, et en-

---

(1) Les carrières de Huy fournissent des pierres réfractaires, non-seulement pour tous les hauts-fourneaux au coke de la Belgique, mais encore pour un grand nombre de hauts-fourneaux au charbon de bois. Pour ces derniers appareils les pierres sont choisies avec moins de soin que pour les premiers; on ne craint pas d'employer celles qui sont même fortement colorées en rouge par de l'oxyde de fer.

gagées par leur partie inférieure dans la maçonnerie de remplissage qui se trouve entre les pierres de fond du creuset et les parois de la grande cavité F. Elles ont toutes $0^{m},25$ de largeur. Celles qui se trouvent placées dans les embrasures de tuyères ont $0^{m},05$ d'épaisseur. Celles de l'embrasure de coulée ont $0^{m},07$ et sont en outre renforcées par des côtés présentant une saillie et une largeur de $0^{m},03$. Les arêtes internes de ces deux dernières plaques coïncident avec les faces latérales de l'avant creuset. A $0^{m},75$ au-dessus du fond du creuset ces plaques sont percées de trous dans lesquels on fixe des pièces de fer recourbées de $0^{m},04$ d'équarrissage et maintenues par des clavettes. Ces deux pièces saillantes, dont la forme est indiquée *fig.* 8, servent à supporter les barres de fer transversales qui maintiennent les grilles lors de la mise à feu. A un niveau moins élevé se trouvent deux boulons dont les têtes sont tournées vers l'ouvrage, et dont les vis placées en dehors servent à maintenir, au moyen d'écrous, la plaque en fonte *g* protégeant la dame.

La plaque qui se trouve près du trou de coulée n'est pas entièrement plane Ses faces latérales sont un peu courbées afin de mieux laisser à découvert la partie de l'avant-creuset que l'on doit percer pour faire écouler la fonte.

Pl. VIII et *IX*, *fig.* 8 et 5. *b* Partie des étalages construite en briques réfractaires de premier choix.

Ces briques moulées et taillées en forme de voussoirs ont $0^{m},15$ d'épaisseur verticale et $0^{m},22$ de largeur mesurée au milieu de leur longueur. Celles qui composent les assises inférieures ont de $0^{m},80$ à $0^{m},85$ de longueur, les autres sont moins longues. Celles qui composent l'assise supérieure (l'assise qui se raccorde avec la saillie de la cuve proprement dite) ont des dimensions bien différentes; leur épaisseur est de $0^{m},30$, leur largeur de $0^{m},15$ mesurée au milieu de la longueur, laquelle est au minimum de $0^{m},25$.

Pl. VIII, *fig.* 1 et 8 *c.* Tympe en briques réfractaires.

Ces grosses briques sont au nombre de neuf disposées en trois assises dont les joints ne se correspon-

dent pas. Leur longueur est de $0^m,70$; leur épaisseur de $0^m,30$, et leur largeur variable de $0^m,30$ à $0^m,25$ (1).

Pl. VIII, fig. 1 et 8. *d.* Pièce en fonte destinée à protéger la tympe contre l'action des ringards que l'on introduit dans le creuset pendant le travail.

Au milieu de sa partie inférieure se trouve une échancrure en queue d'aronde destinée à retenir le sable que l'on place après le travail de la coulée pour empêcher le vent de passer sous la tympe.

— *fig.* 1 et 8. *e.* Plaque de fonte destinée à préserver la pierre dite couverture du creuset du contact de l'air froid qui la ferait fendiller.

Cette toque est serrée à l'aide de coins en fer, entre les deux plaques montantes A.

— *fig.* 8, 28 à 30. *f.* Dame en pierre réfractaire.

Elle est représentée isolée *fig.* 28 à 30, *Pl. XII.* Elle est maintenue en place par la taque *g.*

Pl. VIII, IX et *X, fig.* 1, 8, 3 et 31. *G.* Plaque en fonte destinée à maintenir la dame en pierre et à la préserver du contact de l'air froid ainsi que du choc des ringards que l'on introduit dans le creuset. Cette plaque est de $0^m,04$ plus élevée que la dame. Sur sa face antérieure elle porte deux rebords saillants destinés à maintenir verticalement la plaque de gentilhomme *h.* Elle porte aussi une échancrure dite *chio* par laquelle se déverse le laitier.

Cette plaque est représentée en élévation et isolée *fig.* 31.

— *fig.* 1, 3 et 46. *h.* Plaque de fonte dite gentilhomme.

Elle est percée de deux trous *kk*, destinés à recevoir une barre de fer coudée *kk*, *fig.* 1, *Pl. VIII*, sur laquelle l'ouvrier appuie son outil lors de la coulée. Elle porte à sa partie supérieure, près de la dame, des crans destinés à servir de point d'appui à l'ouvrier lorsqu'il travail dans le creuset. Elle est maintenue verticalement d'une part entre les rebords

(1) Au lieu de briques on emploie souvent une seule pierre réfractaire pour former la tympe. On doit alors la recouvrir entièrement à l'extérieur, par une plaque de fonte, afin d'atténuer l'effet destructeur de l'air froid sur cette pierre fortement échauffée.

saillants de la taque *g*, et d'autre part au moyen de barres de fer verticales *i* implantées dans le sol de l'embrasure et consolidées elles-mêmes par des tirants horizontaux *j* engagés dans la face latérale gauche de l'embrasure.

L'espace existant entre cette plaque de gentilhomme et la face gauche de l'embrasure de coulée est rempli de cendres et de fraisil de coke formant un lit sur lequel ont fait couler le laitier pour le conduire à gauche du haut-fourneau sans le laisser arriver dans la halle.

Pl. VIII et *IX*, *fig.* 1 et 3. *i*. Barres de fer méplat implantées dans le sol de l'embrasure de coulée pour maintenir verticalement la plaque de gentilhomme *h*.

— *fig.* 1 et 8. *j*. Tirants en fer horizontaux destinés à consolider les barres de fer *i* et la plaque de gentilhomme *h*.

Ils sont engagés par une extrémité dans la face latérale de l'embrasure et fixés par l'autre aux barres de fer *i* et à la plaque *h* au moyen de boulons et d'écrous. Ce sont des barres de fer rond de 0m,015 de diamètre.

— *fig.* 1, 3 et 49. *kk*. Barre de fer coudée sur laquelle l'ouvrier appuie son outil pendant la coulée.

Elle est faite avec du fer carré de 0m,025 de côté.

— *fig.* 1 et 3. *l*. Trou de coulée.

Il est maintenu fermé avec du sable argileux. On le débouche à l'aide d'un ringard pour faire la coulée. La fonte sortant du creuset est conduite dans la halle par une rigole pratiquée dans le sable dont on a recouvert le sol de l'embrasure après l'avoir entaillé convenablement.

— *fig.* 8, 9, 37 et 38. *m*. Tuyère à eau (1).

Elle se compose de deux enveloppes concentriques et coniques réunies à leurs extrémités par deux anneaux en fer forgé (2).

---

(1) On emploie quelquefois des tuyères en fonte telles que celle représentée en coupe et en élévation *fig.* 40 et 41.

(2) Les tuyères à eau se fabriquent avec deux platines en fer forgé de 0m,012 d'épaisseur, ayant les dimensions des deux surfaces coniques développées. On courbe ces platines, on en forme

Pl. VIII, fig. 9. *n*. Tuyau par lequel est amenée l'eau contenue dans un réservoir placé à une hauteur convenable.

Ce tuyau est terminé par un robinet que l'on ferme lorsqu'on veut changer la tuyère, et qui permet d'ailleurs de régler à volonté l'affluence de l'eau.

— *p*. Tuyau muni d'un entonnoir dans lequel est versée l'eau arrivant par le tuyau *n*.

La partie supérieure de ce tuyau peut être faite en cuir, mais la partie inférieure doit être en fer forgé. Cette dernière est souvent faite d'un canon de fusil assemblé à vis avec la tuyère et serré en outre par un écrou vissé sur le canon même pour empêcher les pertes d'eau par le joint.

En recevant ainsi dans un entonnoir l'eau affluente, on peut vérifier à chaque instant si le courant est constant.

— *q*. Tuyau d'échappement de l'eau qui a traversé la tuyère.

Ce tuyau est réuni à la tuyère de la même manière que le précédent.

Pl. VIII et *X*, *fig.* 1, 8 et 7. *r*. Cheminée du gueulard.

Elle est composée de deux parties cylindriques ayant même diamètre intérieur que le gueulard, mais des épaisseurs qui diffèrent de $0^m,05$. La partie inférieure et la corniche de la partie supérieure sont construites en briques réfractaires de qualité ordinaire, moulées et taillées en forme de voussoirs. La longueur de ces briques est de $0^m,30$, l'épaisseur de $0^m,10$, et la largeur de $0^m,20$, mesurée au milieu de la longueur. Les trois portes ménagées dans cette partie inférieure pour le chargement (1)

---

deux surfaces coniques en les soudant suivant une arête, et enfin on réunit ces deux surfaces en les soudant au moyen de deux anneaux en fer carré de $0^m,03$ de côté, ayant des diamètres convenables et réglant ainsi l'intervalle réservé pour la circulation de l'eau entre les deux enveloppes.

(1) Dans quelques établissements, on recouvre toute la plate-forme du gueulard au moyen d'une toiture supportée par des murs élevés de $2^m,50$. La cheminée passe à travers cette toiture et s'élève au-dessus, d'un mètre au moins. Avec une semblable couverture, on peut se dispenser de mettre des battants aux portes, mais

ont leurs chambranles en fonte. Leurs seuils et leurs linteaux sont formés par deux anneaux de même métal, *u* et *v*. Les briques qui composent le corps de la partie supérieure de cette cheminée ont 0m,25 de longueur, 0m,06 d'épaisseur et 0m,12 de largeur, mesurée au milieu de la longueur.

Pl. VIII et *X*, *fig*. 1, 8, 7 et 47. *s*. Les trois portes de chargement du gueulard (1).

Les deux battants de chacune de ces trois portes sont formés de feuilles de tôle de 0m,002 d'épaisseur clouées sur des cadres en fer méplat de 0m,050 sur 0m,015. Ils sont supportés par des pivots reposant sur l'anneau inférieur *u* et maintenus, à leur partie supérieure, par des tourillons engagés dans les oreilles saillantes de l'anneau supérieur *v*. La *fig*. 47 représente deux de ces battants fermés.

— *fig*. 7, 8 et 36. *t*. Chambranles des portes de la cheminée du gueulard.

Ces chambranles en fonte sont au nombre de six; ils portent à leurs extrémités deux tenons qui s'engagent dans les mortaises des anneaux *u* et *v*. L'un de ces chambranles est représenté en élévation, *fig*. 36, *Pl. X*.

— *fig*. 1, 8, 7, 31 et 33. *u*. Anneau en fonte formant les seuils des portes de la cheminée du gueulard.

Il repose sur les briques réfractaires de la cuve. Il est formé de trois parties réunies par des boulons à écrous qui traversent des rebords saillants en dessous. Il a 0m,40 de largeur et 0m,70 d'épaisseur dans sa partie principale. Sa partie extérieure, sur une largeur de 0m,10, est réduite à une épaisseur de 0m,055, de manière à former un rebord sur lequel s'appliquent les taques qui recouvrent toute la plate-forme.

Les *fig*. 32 et 33 représentent en plan, coupe et élévation l'une des trois parties égales dont cet anneau est formé. On y voit les rainures avec mor-

---

lorsque la plate-forme est découverte, ces battants sont indispensables : on doit tenir deux portes fermées et charger par celle qui se trouve du côté d'où vient le vent.

(1) La forme de ces portes doit être appropriée aux appareils et outils employés pour le chargement.

taises g' dans lesquelles s'engagent les chambranles et les parties saillantes d' contre lesquelles viennent buter les roues des chariots de chargement qui, sans ces obstacles, pourraient rouler dans le gueulard.

Pl. VIII et *X*, *fig.* 1, 8, 34 et 35. *v*. Anneau en fonte formant linteaux des portes de la cheminée du gueulard.

Il est supporté par six chambranles *t*. Son épaisseur est de 0m,07, et sa largeur de 0m,30. Il est formé de trois parties égales assemblées avec des boulons à écrous qui traversent des rebords saillants en dessus. Les *fig.* 34 et 35 représentent en plan et en élévation l'une de ces trois parties. On y remarque les rainures avec mortaises dans lesquelles sont engagés les chambranles.

— *fig.* 1 et 8. *x*. Six barres de fer disposées verticalement pour consolider la partie supérieure de la cheminée du gueulard.

Elles sont en fer plat de 0m,08 sur 0m,006, appliquées contre la maçonnerie et maintenues par six cercles *y*.

— *y*. Six cercles horizontaux en fer de 0m,08 sur 0m,006 serrés au moyen de boulons à vis et écrous pour maintenir les barres de fer *x* et consolider la cheminée du gueulard.

— *fig.* 7 et 8. A′ Plaques en fonte de diverses formes, de 0m,015 d'épaisseur, dont on recouvre la plate-forme du gueulard pour faciliter la manœuvre des chariots de chargement.

fig. 1, 7 et 8. B′. Mur de garde entourant la plate-forme du gueulard de trois côtés.

Pl. VIII, *fig.* 1. C′. Partie du pont en bois qui réunit les plates-formes des gueulards des deux hauts-fourneaux.

Ce pont est composé d'un plancher supporté par trois fermes semblables à celle représentée ici en élévation.

— D′ Pierres saillantes implantées dans le massif du haut-fourneau pour supporter le pont en bois C′.

Il existe six pierres semblables, dont trois dans chacun des hauts-fourneaux.

DIMENSIONS PRINCIPALES DU HAUT-FOURNEAU.

	mèt.
Hauteur du creuset	0,60
— de l'ouvrage	1,50
— des étalages jusqu'à la partie cylindrique du ventre	3,50
Hauteur de la partie cylindrique du ventre	1,00
— de la cuve depuis la partie cylindrique du ventre jusqu'au gueulard	7,40
Hauteur totale du haut-fourneau, depuis la pierre de fond jusqu'au gueulard	14,00
Largeur du creuset mesurée depuis le pied de la dame en pierre jusqu'à la rustine	1,90
Longueur du creuset au niveau de la pierre de fond et au-dessous des tuyères latérales	0,90
Diamètre du vide intérieur à la partie inférieure des étalages	1,00
Diamètre du vide intérieur au ventre	4,10
Diamètre du vide intérieur au gueulard	2,00
Hauteur de la face supérieure des pierres de fond du creuset au-dessus du sol remblayé de l'usine et de la halle de coulée	0,50
Volume total du vide intérieur y compris la cuve et l'avant-creuset, 120 mètres cubes.	
Surface de la section du vide intérieur à la partie cylindrique du ventre de la cuve, 13,19 mètres carrés.	
Largeur de l'embrasure de coulée à l'extérieur	4,50
Largeur de l'embrasure de coulée au fond	2,70
Largeur des embrasures de tuyères et de rustine à l'extérieur	3,50
Largeur des embrasures de tuyères et de rustine au fond	2,20
Longueur totale de chacune des quatre embrasures	4,00
Hauteur des pieds-droits des voûtes d'embrasures	2,45
Côté de la cavité carrée, réservée à la partie supérieure de la fondation pour la pose des pierres de fond	4,00
Profondeur de dito	1,10
Côté de la base carrée du double muraillement	12,00
Côté de la plate-forme carrée du gueulard non compris la corniche saillante	8,00

	mèt.
Côté de la base carrée de la fondation.	14,50
Côté de la plate-forme carrée de dito.	13,00
Hauteur totale de dito.	5,50
Epaisseur totale de la maçonnerie entre le creuset et les conduits d'assèchement de la fondation. .	1,50

RÉSUMÉ SOMMAIRE DES QUANTITÉS DE MATÉRIAUX DE DIVERSES SORTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU HAUT-FOURNEAU.

Fondation.

Maçonnerie en moellons bruts, avec mortier de chaux et de sable.	610 m. cub.
Maçonnerie en briques ordinaires. . .	113 dito.

Massif ou double muraillement.

Maçonnerie en briques ordinaires avec mortier de chaux et de sable.	982 m. cub.
Pierres de taille pour les quatre angles, le cordon de la base et la corniche de la plate-forte du gueulard, lesdites pierres présentant ensemble une surface taillée et visible de 88 mètres carrés et un cube de.	24 dito.
Fer forgé pour encrages.	5.406 kilog.
Fonte moulée pour gros sommiers, plaques de support, marâtres, etc. . . .	41.050 dito.
Fonte moulée pour 80 plateaux d'ancrage	4.000 dito.
Fonte moulée pour plaques diverses de l'avant-creuset et de la cheminée du gueulard.	3.448 dito.

Revêtement réfractaire.

Pierres réfractaires pour le creuset, l'ouvrage et la partie inférieure des étalages.	25 m. cub.
Sables quartzeux pour asseoir les pierres de fond.	4.500 kilog.
Briques réfractaires de qualité supérieure pour revêtement intérieur de	

la cuve et des étalages (1). . . . . . 117.000 kilog.
Briques réfractaires de qualité moyenne pour la chemise extérieure de la cuve. 72.000 dito.
Briques réfractaires de qualité inférieure pour la partie basse et la corniche de la cheminée du gueulard. . . . . . . 3.700 dito.
Maçonnerie réfractaire en briques autour du creuset, de l'ouvrage et des étalages et à la partie supérieure de la cheminée du gueulard. . . . . 34 m. cub.

Exécution des ouvrages.

La couche d'argile A, sur laquelle sont assises les diverses constructions de l'usine de Maubeuge, n'avait pas paru, dès le premier abord, présenter d'une manière incontestable toute la solidité désirable. Elle était, en effet, très-facile à traverser avec une tige de fer rond de $0^m,02$ de diamètre, qu'un homme pouvait enfoncer à la main et en peu de temps à une profondeur de plus de 4 mètres. Un puits creusé à quelque distance des fouilles commencées pour les fondations avait d'ailleurs paru indiquer que les sables et graviers sur lesquels repose cette couche d'argile étaient mélangés d'une assez grande quantité de vase pour être compressibles; mais, lorsqu'on eut laissé monter et reposer l'eau dans ce puits, on fut complétement rassuré à cet égard. On reconnut que ces sables et graviers présentaient une résistance notable annoncée par le son qu'ils rendaient lorsqu'on les frappait avec une tige en fer. On comprit dès lors que, si pour un moment ils avaient paru mouvants, c'est qu'ils étaient soulevés par les

(1) Le mètre cube de briques réfractaires, supposé plein, pèse environ 2.000 kilogrammes.

eaux affluentes que l'on épuisait pour le fonçage du puits. Afin de reconnaître si la couche d'argile présentait elle-même une résistance suffisante pour porter les constructions, on l'éprouva en chargeant une surface de 9 décimètres carrés d'un poids correspondant à celui d'une maçonnerie prismatique qui aurait eu la même base et une hauteur de 18 mètres, charge qui ne devait pas être atteinte dans l'exécution des travaux. L'argile ayant bien résisté à cette épreuve, et n'ayant pour ainsi dire pas reçu l'empreinte de la charge qu'elle avait portée, on n'hésita plus à commencer les constructions, en ayant soin toutefois d'en élargir la base, de sorte que la charge réduite n'excédât pas 12 mètres de maçonnerie. Les résultats ont été aussi satisfaisants qu'on pouvait le désirer, aucun bâtiment n'est lézardé, les argiles n'ont pas soufflé aux environs, bien que l'on ait dû différer jusqu'à l'année suivante l'exécution des remblais qui élèvent le sol de l'usine au-dessus des plus hautes eaux connues de la Sambre, et consolident en même temps les constructions.

L'exécution de la fondation D n'exige aucun soin particulier. Je renverrai pour cet objet à ce que j'ai dit dans ma notice sur les fours à coke (1).

Après avoir arasé horizontalement la partie supérieure de la fondation D, on y trace les quatre embrasures M et N, ou, ce qui est la même chose, les quatre piliers du massif ou double muraillement. On élève ensuite ces piliers en y ménageant les conduits principaux de dessiccation H, lesquels sont verticaux dans leur partie inférieure, et les galeries horizontales I qui mettent ces conduits

(1) *Annales des mines*, 3e série, tome XX, page 3, etc.

en communication avec les deux embrasures latérales de tuyères. A la partie inférieure et extérieure de ces piliers règne un cordon en pierres de taille de $0^m,50$ de queue. Les quatre arêtes extérieures et montantes sont formées par une chaîne également en pierres de taille, mais dont la plus grande dimension se trouve alternativement sur une face et sur l'autre (1).

Parvenu à une hauteur convenable, on place les plaques de fonte P et ensuite les gros sommiers O, dont le plan supérieur constitue le plan de naissance des voûtes des quatre embrasures.

Pour établir ces voûtes, on arase les piliers et on pose les cintres, qui sont formés de lattes en bois blanc, clouées sur trois demi-cercles faits en planches de chêne et disposés dans des plans verticaux. Ces demi-cercles ont leurs diamètres parallèles, horizontaux, placés dans le plan même de la naissance des voûtes et reliés par des pièces de bois horizontales. Il est bien entendu qu'ils sont disposés de telle sorte que leurs circonférences se trouvent sur une même surface conique, et que, pour cela, leurs diamètres sont différents. Si on les recouvrait de lattes convenablement disposées on formerait un cintre à surface conique parfaitement régulière; mais il serait fort difficile d'exécuter cette voûte avec des briques rectangulaires. Pour rendre cette exécution plus facile et par conséquent moins coûteuse, on sacrifie une partie de la régularité. Une seule latte est placée suivant une génératrice du cône, c'est celle qui passe par

(1) Lorsque des pierres de taille sont unies à de la maçonnerie en briques, chaque assise de ces pierres doit correspondre à un nombre entier d'assises de briques.

les points culminants des trois demi-cercles. Les autres sont équidistantes entre elles, et deux à deux équidistantes de la première. Les deux qui aboutissent aux extrémités inférieures du plus petit des trois demi-cercles laissent au-dessous d'elles une surface triangulaire dite le soufflet de la voûte, que l'on recouvre avec des lattes toutes inclinées à l'horizon et dont la longueur va en décroissant. L'inspection des voûtes représentées *fig.* 8, *Pl. VIII*, fait comprendre cette disposition assez facilement pour qu'il soit inutile de donner ici un dessin des cintres. J'ajouterai seulement que le plus grand des trois demi-cercles étant placé verticalement comme les deux autres, ne coïncide pas avec la face extérieure du massif, sa partie inférieure rentre dans l'embrasure, et les lattes qui la recouvrent la dépassent de telle sorte que leurs extrémités forment une courbe située tout entière dans le plan de cette face extérieure, et par conséquent à très-peu près elliptique.

Les cintres étant mis en place, l'exécution des voûtes ne présente aucune difficulté. On commence par poser la brique taillée qui se trouve à la partie inférieure et extérieure de la naissance, en c', et ensuite on établit les autres assises telles qu'elles sont indiquées, en remarquant qu'une assise composée de briques présentant leur longueur parallèlement à la génératrice correspondante de la surface de la voûte doit être recouverte par une assise formée de briques dont la largeur est tournée dans ce sens. Cette disposition a l'avantage, non-seulement de relier la maçonnerie en croisant les joints, mais encore de permettre de placer de deux en deux assises, près de l'extrados, des briques choisies et un peu plus épaisses que celles qui for-

ment l'intrados (1). Les parties triangulaires *b'*, *c'*, *g'*, dites les soufflets, qui se trouvent de chaque côté d'une même voûte, sont élevées simultanément. Lorsqu'elles sont exécutées, la partie à terminer présente la même largeur sur toute sa longueur; on comprend dès lors facilement comment on doit l'achever avec des briques rectangulaires. On n'a plus à tailler que celles de ces briques qui forment la tête de la voûte sur la face extérieure du massif.

Après avoir terminé les voûtes des quatre embrasures, on en remplit les reins et on en ferme le fond avec les trois assises de plaques de fonte Q dites marâtres, séparées les unes des autres par trois assises de briques réfractaires préférables aux briques ordinaires uniquement parce qu'elles sont moins fragiles, car elles n'auront jamais à supporter une température élevée (2).

Jusqu'à la hauteur des gros sommiers en fonte O, le vide réservé dans l'intérieur du massif pour recevoir les revêtements réfractaires présente une section horizontale carrée de 4 mètres de côté; mais à partir de ces sommiers, au lieu de conserver à ce vide une forme carrée comme on pourrait le croire à la première inspection de la *fig.* 8,

---

(1) Il est bien entendu que ces briques épaisses ont toutes leur longueur parallèle à la génératrice correspondante de la surface de la voûte.

(2) Les briques réfractaires ne peuvent être employées que dans les parties des constructions qui ne sont pas exposées aux intempéries. Elles résistent mal aux variations atmosphériques, aux alternatives de sécheresse, de pluie et de gelée. Les briques ordinaires bien cuites doivent leur être préférées dans ces circonstances, sans doute parce qu'elles ont subi un commencement de vitrification qui leur donne de la cohésion.

Pl. VIII, on remplit les quatre angles avec de la maçonnerie en briques ordinaires appuyées sur les parties des quatre plaques de fonte P saillantes dans l'intérieur du carré (*fig.* 4), de telle sorte qu'au niveau du gros anneau en fonte R la section horizontale est parfaitement circulaire. A cette hauteur, on ménage dans la maçonnerie une banquette horizontale pour y placer cet anneau, autour duquel on laisse d'ailleurs un vide de trois ou quatre centimètres pour faciliter les effets de la dilatation.

A partir de la banquette inférieure qui supporte le gros anneau de fonte R, jusqu'à la plate-forme du gueulard, le massif conserve constamment la forme circulaire à son intérieur. Pour en diriger la construction, on y établit un arbre vertical, le long duquel glisse une règle horizontale en bois et dont on fait varier la longueur à volonté. Cet arbre est maintenu en haut par un collet : à sa partie inférieure se trouve un tourillon en fer qui repose sur une traverse horizontale appuyée sur la maçonnerie. Pour reconnaître si cet arbre reste bien vertical dans son mouvement de rotation, on y trace une ligne droite que l'on compare avec un fil à plomb qui y est attaché.

A mesure que l'on élève le massif, on y ménage les conduits de dessiccation H et K, ainsi que les petits conduits horizontaux dans lesquels on place immédiatement les barres de fer qui maintiennent les plateaux d'ancrage (1). Arrivé au niveau

(1) On pourrait différer la pose des plateaux d'ancrage jusqu'au moment où l'on commence à dessécher le massif, et si l'on avait à construire deux hauts-fourneaux dont un seul devrait être mis à feu immédiatement, il conviendrait de différer dans celui qui ne devrait pas être achevé, non-

convenable on réserve la banquette horizontale et circulaire, sur laquelle doit être posée, sans l'intermédiaire d'un anneau de fonte, la chemise réfractaire extérieure S.

Après avoir achevé le massif, on établit la chemise réfractaire extérieure S, qui repose directement sur la banquette circulaire et horizontale réservée à cet effet dans la maçonnerie ordinaire, comme il a été dit précédemment. Cette chemise est composée de briques réfractaires, non-seulement moulées (1) en forme de voussoirs, mais taillées dans l'intérieur même du haut-fourneau, de sorte qu'elles présentent des joints parfaitement

---

seulement la pose des plateaux d'ancrage L, mais encore celle des gros sommiers de fonte O, de leurs taques de supports P, des marâtres Q, et du gros anneau en fonte R; cela n'empêcherait pas de construire la majeure partie des voûtes des embrasures, et d'élever le massif sur toute sa hauteur.

(1) Pour donner exactement aux briques réfractaires de la cuve la forme géométrique qu'elles devraient avoir, il faudrait employer pour leur confection autant de moules qu'il y a d'assises différentes; mais cette multiplicité des moules ne serait d'aucune utilité dans la pratique, les diamètres variant peu dans des assises voisines, et les briques moulées se déformant toujours par la dessiccation et la cuisson. On se contente de huit moules différents appropriés à divers diamètres de la cuve, indépendamment de ceux nécessaires pour confectionner les briques de diverses longueurs placées à la partie inférieure du ventre dans la chemise intérieure.

Les diverses assises des étalages ayant des diamètres très-différents, on emploie pour confectionner les briques qui doivent les composer autant de moules qu'il y a d'assises. Lors de la pose, on dégrossit les briques avec une petite hachette aciérée présentant un double tranchant, de $0^{m},04$ de largeur. On finit la taille avec le ciseau et le maillet de bois, semblables à ceux dont se servent les tailleurs de pierre.

plans. Ces briques doivent être posées de telle sorte que les joints verticaux ne coïncident jamais dans deux assises contiguës. Pour éviter cette coïncidence, on intercale, lorsque cela est nécessaire, une brique plus étroite que les autres. La surface supérieure de chaque assise doit être parfaitement ragréée après la pose, de manière à être rendue exactement plane et horizontale.

La chemise réfractaire extérieure étant placée, on établit celle intérieure désignée par la lettre T. Celle-ci doit être composée de briques de premier choix taillées et posées avec plus de soin encore que celles de l'enveloppe précédente (1). Les joints doivent être assez bien faits pour qu'on ne puisse pas y introduire une lame de couteau même très-mince. Les briques, après avoir été taillées, sont frottées avec une brosse pour en enlever les petits éclats qui pourraient empêcher de serrer les joints. Elles sont mouillées au moyen d'un pinceau, et c'est également avec un pinceau que l'on applique le mortier réfractaire. Après avoir mis une brique en place, et après l'avoir pressée avec la main en la faisant glisser et osciller, on la frappe avec un maillet pour faire sortir le mortier qui peut se trouver en trop grande quantité dans les joints (2).

---

(1) Pour se guider dans l'exécution de ces maçonneries réfractaires circulaires, on emploie un arbre tournant vertical muni d'une règle horizontale dont on peut faire varier la longueur à volonté. Cet arbre ressemble à celui qui a été indiqué au sujet du massif; il doit être établi avec beaucoup de précision.

(2) Pour la confection du mortier et des briques réfractaires, voir ma Notice sur les fours à coke : *Annales des Mines*, 3e série, t. XX, p. 9 à 11, etc.

Après avoir établi toute la partie réfractaire de la cuve, on procède à la pose du creuset. Pour cela, on commence par placer sur le fond et au milieu de la cavité F la plaque de fonte carrée U destinée à protéger les voûtes des conduits d'assèchement de la fondation. On remplit ensuite le fond de cette cavité avec de la maçonnerie réfractaire de petites briques rectangulaires, en y ménageant les quatre conduits V, que l'on peut remplir de briques ou pierres concassées, mais non tassées. Ce remplissage n'empêche pas la sortie de la vapeur d'eau lors du séchage ou de la mise à feu. Après avoir recouvert ces conduits, on élève la maçonnerie de remplissage et on établit les pierres de fond sur une couche de sable quartzeux X de 0^{m},10 d'épaisseur (1). On remplit ensuite, avec de la maçonnerie réfractaire de qualité ordinaire, tout l'espace qui se trouve entre ces pierres de fond et les parois de la cavité F.

Après avoir posé les pierres de fond, on établit les diverses autres assises de pierres composant le creuset, l'ouvrage et la partie inférieure des étalages, en ayant soin de serrer les joints autant que possible. On garnit de mortier réfractaire, avec une truelle, les faces de chaque pierre avant de les appliquer l'une contre l'autre, et, pour remplir les vides qui peuvent rester malgré cette précaution, on se sert d'un instrument nommé fiche, représenté *fig.* 48 et 49, *Pl. X.* Après avoir appliqué du mortier mou sur le joint que l'on veut

(1) Cette méthode de pose des pierres de fond sur une couche de sable quartzeux pur est expéditive, mais elle n'offre aucun autre avantage. Mieux vaut établir ces pierres sur de la maçonnerie réfractaire ordinaire.

remplir, on enfonce et on retire alternativement la fiche, qui, par suite de la forme de ses dents, pousse le mortier en avant et ne le ramène pas en arrière. Lorsque le joint est bien rempli, on serre la pierre avec un levier ou pince en fer.

Pour mettre ces pierres en place, on peut se servir avec avantage d'une espèce de cabestan composée d'un tambour horizontal portant un engrenage commandé par un pignon dont l'axe, également horizontal, est muni de deux manivelles. Les deux montants verticaux qui soutiennent les axes du tambour et du pignon ont la forme d'un triangle, dont la base repose sur une plate-forme rectangulaire, de sorte que l'appareil peut être facilement transporté partout où on le juge convenable. On le fixe au moyen de pieux enfoncés dans le sol. Sur le tambour est enroulée une corde qui passe sur des poulies de renvoi convenablement fixées à divers points, selon les circonstances, et s'attache, par son autre extrémité, à la pierre que l'on veut mouvoir.

Après avoir mis en place la cinquième assise, dite couverture du creuset, on est obligé de faire passer par l'ouverture circulaire et intérieure de cette assise les diverses pierres composant les deux assises supérieures, et qui doivent, comme on l'a déjà dit, être assez étroites pour cela. Cette opération s'exécute facilement au moyen du cabestan dont il a été fait mention précédemment, et au moyen d'une moufle dont les poulies supérieures sont attachées à une pièce de bois placée en travers du gueulard et sur la plate-forme. Pendant cette opération, on laisse ouverts l'avant-creuset et les deux assises de pierres su-

périeures, dans lesquelles la tympe en briques *cc* doit être engagée plus tard (1).

A mesure qu'on élève la maçonnerie de pierres réfractaires, on remplit l'intervalle qui se trouve entre cette maçonnerie et le double muraillement. Ce remplissage se fait avec des briques réfractaires de qualité moyenne et du mortier réfractaire de choix, jusqu'à la distance de 1^{m},10 du feu. Les parties distantes de plus de 1^{m},10 sont faites en briques ordinaires et mortier réfractaire de qualité ordinaire.

Aussitôt qu'on a mis en place l'assise, dite couverture du creuset, on place les plaques de fonte *a* destinées à empêcher ces pierres d'être rejetées dans les embrasures par la poussée des matières dont le haut-fourneau sera rempli.

Après avoir mis en place toutes les pierres réfractaires et terminé le remplissage qui les environne, on achève les étalages avec les grosses briques *b*, qui doivent être de très-bonne qualité, taillées et placées avec le plus grand soin. Immédiatement après la pose de chaque assise, l'espace qui reste libre entre le double muraillement est rempli avec de bonne maçonnerie réfractaire en briques de choix, mais de petites dimensions. Les étalages

(1) Les pierres employées pour la confection du creuset, de l'ouvrage et de la partie inférieure des étalages sont très-dures ; on les taille au moyen de tranches aciérées qu'un ouvrier maintient à l'aide d'un manche en bois, tandis qu'un autre frappe dessus avec un gros marteau. La surface taillée, y compris les joints, est d'environ 180 mètres carrés. Il faut, pour exécuter ce travail, environ 600 journées d'ouvriers, dont un tiers pour la réparation des outils. Pour 4 ouvriers tailleurs travaillant à la tâche et répartis en deux groupes, il faut un feu de maréchalerie servi par un forgeron et son aide.

sont raccordés par une courbe avec le ventre de la cuve : on évite avec le plus grand soin les angles qui pourraient donner lieu à des attachements.

Lorsque les étalages sont terminés, on pose les anneaux en fonte *u* et *v*, ainsi que les six chambranles *t*, qui constituent la charpente de la cheminée du gueulard. On remplit avec des briques taillées en forme de voussoirs les trois espaces qui restent libres entre les trois portes, et enfin on établit la partie supérieure de cette cheminée, qui est également composée de briques réfractaires (1).

Après avoir achevé la cheminée du gueulard, on pose les neuf grosses briques *c*, qui constituent la tympe et la plaque de fonte coudée *d*, qui la protége contre l'action des ringards. Ensuite on procède au séchage de la maçonnerie, et enfin à la mise à feu. La dame en pierre, la plaque de fonte qui la protége, et la plaque gentilhomme ne sont placées qu'au moment où l'on veut donner le vent.

Séchage et mise à feu.

Le séchage se divise en deux opérations distinctes, le séchage du double muraillement et celui de la maçonnerie réfractaire.

---

(1) Pour donner plus de solidité à cette partie supérieure de la cheminée, on pourrait placer en dessus un anneau en fonte, que l'on relierait au moyen de tirants en fer avec celui qui forme les linteaux des portes. Ces tirants, disposés verticalement, seraient terminés par des vis et serrés au moyen d'écrous.

C'est surtout lorsqu'on emploie des waggons que l'on élève pour en verser directement le chargement dans un gueulard, c'est surtout alors, dis-je, qu'il importe de donner à la cheminée une grande solidité et même un certain poids pour qu'elle puisse résister aux fortes secousses qu'elle reçoit inévitablement.

Pour sécher le double muraillement, on établit dans chacune des deux embrasures de tuyères latérales une grille présentant une surface de 0,40 mètre carré et recouverte d'une voûte. La flamme de ce foyer, alimenté avec de la houille, est partagée entre deux rampants qui la conduisent aux deux galeries I débouchant dans l'embrasure. De là elle se rend dans les conduits principaux de dessiccation H, d'où elle se subdivise entre les divers conduits secondaires K. L'air chaud tend toujours à sortir par les ouvreaux les plus élevés, en entraînant de l'air froid qui est aspiré par les autres; aussi pour régulariser le séchage convient-il de fermer, dans le commencement de l'opération, les ouvreaux les moins élevés pour ne les déboucher que plus tard, lorsque la vapeur d'eau, cessant de se dégager par les plus élevés, on ferme ceux-ci successivement en commençant par ceux qui sont les plus rapprochés de la plate forme du gueulard.

Le courant d'air, en traversant le foyer, entraîne des cendres qui s'accumulent à la partie inférieure du conduit H; il convient de disposer l'appareil de manière à pouvoir les retirer à volonté.

A Maubeuge, le séchage de la maçonnerie ordinaire n'a été commencé qu'une année après l'achèvement de cette maçonnerie, mais avant que le revêtement réfractaire fût terminé. L'opération exécutée, comme il a été dit ci-dessus, a duré deux mois. La consommation a été d'environ 20.000 kilog. de houille.

Pour sécher le revêtement réfractaire, on établit dans l'embrasure de coulée une grille présentant une surface de 0,60 mètre carré et recouverte par une voûte semblable à celles exécutées

dans les embrasures de tuyères latérales. La flamme est conduite dans l'ouvrage au moyen d'un rampant passant sous la tympe et disposé de telle sorte que l'on puisse retirer par-dessous les cendres entraînées du foyer, et qui, tombant sur le fond du creuset, ainsi que les éclats de pierres détachés des parois, empêcheraient ce fond de s'échauffer. La voûte de ce foyer doit être faite en briques réfractaires, parce que le feu doit y être plus fort que dans les embrasures de tuyère. Dès que ce foyer est allumé, le gueulard doit être fermé avec une plaque de tôle qui force la flamme à séjourner dans l'intérieur du fourneau et empêche la déperdition de la chaleur. On commence par chauffer doucement et on augmente peu à peu l'intensité du feu, afin de ménager les pierres réfractaires qui, malgré cette précaution, se fendillent et laissent tomber de nombreux éclats. Lorsqu'une fois elles sont échauflées, il faut éviter de les laisser refroidir, et même de les laisser frapper momentanément par un courant d'air froid.

Lorsque le dégagement de la vapeur d'eau entre le double muraillement et la maçonnerie réfractaire a cessé, les pierres qui constituent la partie inférieure du revêtement réfractaire sont chauffées au rouge, le moment est venu de remplir le fourneau avec du coke. On en jette immédiatement par le gueulard une quantité suffisante pour couvrir toutes les pierres réfractaires On démonte le foyer établi dans l'embrasure de coulée, et on ferme l'avant-creuset avec du sable pour éviter que le courant d'air ne soit trop actif. A mesure que le feu s'élève dans l'intérieur du haut-fourneau, on jette du nouveau coke pour recouvrir

celui qui se montre en ignition à la surface. Pour activer la combustion on débouche, à certains moments, l'avant-creuset après avoir établi préalablement une grille qui supporte le combustible contenu dans le haut-fourneau. Cette grille se compose de longues barres de fer que l'on enfonce à coups de masse au-dessous de la tympe jusqu'à ce que leur pointe ait atteint la rustine. La partie antérieure de ces barres est supportée par une traverse horizontale appuyée sur les deux pièces de fer recourbées implantées, à cet effet, dans les deux plaques de fonte *a*, qui garnissent les deux côtés du creuset dans l'embrasure de coulée. Lorsque la combustion a été convenablement activée, on démonte la grille et le coke enflammé tombe dans le creuset, dont on ferme l'ouverture antérieure avec du sable incomplétement tassé. On commence par faire des grilles semblables de 48 en 48 heures, puis de 24 en 24, et enfin de 6 en 6 heures, lorsque le haut-fourneau est rempli de coke. A mesure que le haut-fourneau s'échauffe, on ferme moins exactement l'avant-creuset, et on pratique même de temps en temps, à l'aide d'un ringard, des trous dans le sable qui le recouvre, afin de donner accès à l'air.

Lorsque le haut-fourneau est rempli de coke, on ajoute plusieurs bâches de castine pendant deux ou trois charges consécutives, et ensuite un mélange de minerai et de castine, dans lequel la castine domine et s'élève environ aux deux tiers du minerai en volume lorsque ce minerai n'est qu'argileux. La charge en minerai doit être faible d'abord, mais il ne faut pas trop l'atténuer, car ce sont les matières fondues, qui seules échauffent le fond du creuset dans lequel elles tombent.

La castine arrive au bas du haut-fourneau plus tôt qu'on ne devrait s'y attendre, en comparant la contenance totale du vide intérieur au nombre et au volume des charges (1). Cette arrivée doit être observée attentivement lorsqu'on retire le coke qui se trouve au-dessous de la grille, car elle annonce que le moment est venu de donner le vent. Pour cela on nettoie avec soin le creuset, on y jette du charbon de bois, et même de la chaux afin d'empêcher l'adhérence des matières fondues qui vont y tomber, on place la dame en pierre *f*, la plaque de fonte *g*, qui la protége, et enfin la plaque de gentilhomme. On remplit de fraisil et de cendres de coke l'intervalle qui se trouve entre la face gauche de l'embrasure et cette plaque. Enfin, après avoir placé les tuyères et les buses, on commence à donner le vent à une pression manométrique d'environ $0^m,06$ de mercure, avec des buses de $0^m,05$ de diamètre. On augmente peu à peu la pression du vent et le diamètre des buses, de manière à ce que la pression atteigne son terme normal quinze jours après que l'on a commencé à donner le vent, tandis que c'est seulement un mois, et même quelquefois deux mois plus tard, que le diamètre des buses est porté à son maximum. Les tuyères à eau sont employées seulement lorsque les costières sont trop échauffées : on commence toujours la campagne avec des tuyères en fonte.

---

(1) Il y a tout lieu de croire qu'il en est de même pendant la marche régulière du haut-fourneau, et qu'ainsi une charge de castine et de minerai se fond, près de la tuyère, au moment où y brûle une charge de coke, mise dans le haut-fourneau longtemps avant ce minerai et cette castine.

Pendant les premiers jours d'un fondage il faut travailler presque constamment dans le creuset, avec des ringards, pour en enlever les matières qui s'y figent promptement. Si l'on ne prenait cette précaution, le creuset serait bientôt entièrement obstrué. On comprend facilement qu'il doit en être ainsi, car la partie du haut-fourneau qui se trouve en dessous des tuyères ne peut être échauffée que par l'affluence des matières fondues, de même que la partie supérieure ne peut l'être que par le courant gazeux qui s'y élève, la combustion du charbon, et par conséquent la production de la chaleur ayant lieu dans un espace très-restreint autour des tuyères.

Il faut environ 35.000 kil. de houille pour sécher et échauffer le revêtement réfractaire; on brûle ensuite environ 70.000 kil. de coke avant de donner le vent; enfin on peut évaluer à environ 200.000 kil. de coke l'excédant de consommation qui a toujours lieu, en sus de la consommation moyenne, avant que l'allure du haut-fourneau soit devenue normale. La dépense en combustible occasionnée par une mise à feu est donc considérable, elle ne forme néanmoins qu'une petite partie de la dépense totale, qui comprend en outre le coût de revêtement réfractaire et les frais généraux toujours considérables pour les usines de ce genre. Dans le département du Nord et en Belgique, on évalue à 30.000 fr. les frais résultant de la mise hors d'un haut-fourneau, et ce chiffre fait comprendre tont le soin que l'on doit apporter dans la réparation, tant sous le rapport du choix des matériaux réfractaires que sous celui de leur pose.

Production et consommation.

Après trois mois de roulement, le haut-fourneau de Maubeuge, marchant constamment à l'air froid, donnait, par jour, de 10 à 13 mille kil. de fonte grise propre à la deuxième fusion (1). La consommation, pour 1.000 kil. de fonte, était alors de 2.400 kil. de coke renfermant 16 p. 0/0 de cendres argilo-siliceuses, 3.510 kil. de minerai, et 1.804 kil. de castine (2). La machine à vapeur qui mettait en mouvement la soufflerie et l'appareil élévateur des charges (3) consommait en outre 600 kil. de houille.

Cette machine est à cylindre fixe avec balancier. Elle fonctionne à basse pression et condensation, mais sans détente. Elle reçoit la vapeur

---

(1) L'allure d'un haut-fourneau au coke est beaucoup moins régulière que celle d'un haut-fourneau alimenté avec du charbon de bois. Le feu se porte tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et quelquefois on doit fermer momentanément l'une des tuyères pour le ramener à l'état normal.

(2) Dans les hauts-fourneaux au coke, on surcharge les laitiers de chaux pour absorber le soufre du coke, et surtout parce qu'avec des laitiers ainsi composés, l'allure du haut-fourneau est beaucoup plus régulière, et la fusion beaucoup plus facile, les laitiers dont la composition se rapproche de la formule BS paraissant être à la haute température de ces fourneaux plus fusibles que ceux dont la composition se rapproche de la formule BS^2. Les laitiers deviendraient-ils comme le soufre, moins liquides lorsqu'on élève la température au-dessus du point de fusion?

(3) Cet appareil consiste en un plan incliné avec ornière de fonte sur lequel les chariots sont entraînés par une chaîne sans fin, passant sur deux poulies placées aux extrémités, et dont la supérieure reçoit le mouvement de la machine à vapeur.

de deux chaudières en tôle dont les faces sont planes en partie.

La soufflerie consiste en un cylindre en fonte à double effet, dont le piston garni de cuir reçoit le mouvement du balancier de la machine à vapeur au moyen d'une bielle. Ce piston a 1^m,498 de diamètre et 2^m,438 de course. Dans une oscillation complète comprenant la montée et la descente, il engendre donc un volume de 8,590 mètres cubes. Le vent sortant du cylindre soufflant est conduit par un tuyau en tôle de 0^m,50 de diamètre, dans un réservoir cylindrique de même nature, à capacité constante et d'un volume de 41 mètres cubes. De ce réservoir il se rend aux tuyères par une conduite en fonte de 0^m,29 de diamètre intérieur et 13 mètres de développement. Le réservoir est muni d'un manomètre à mercure et à air libre. Il porte également une soupape de sûreté de 0^m,12 de diamètre et chargée à l'aide d'un levier.

Cette soufflerie étant en parfait état, aucune partie du vent ne s'échappant par la soupape de sûreté du régulateur, ou ne paraissant refluer des tuyères, lorsque le piston faisait 8 oscillations complètes par minute, c'est-à-dire lorsqu'il engendrait par minute un volume de 68.720 mètres cubes, on brûlait dans le haut-fourneau 25.000 kil. de coke, renfermant 16 p. 0/0 de cendres argilo-siliceuses. On fondait 36.560 kil. de minerai et 18.788 kil. de castine, produisant 10.400 kil. de fonte. Lorsqu'on augmentait la vitesse du piston soufflant, on activait proportionnellement la descente des charges et la production, mais jamais on n'a fait faire à ce piston 12 oscillations

par minute, comme on aurait pu; on aurait craint de détériorer promptement l'ouvrage.

La tension du vent dans le régulateur était habituellement de $0^m,12$ à $0^m,15$ de mercure, en outre de la pression atmosphérique; on la portait même quelquefois de $0^m,15$ à $0^m,20$, mais seulement pour quelques heures, lorsqu'on accumulait les laitiers dans l'ouvrage pour le nettoyer (1).

Je ne prétends pas fixer ici la quotité du produit que l'on doit chercher à obtenir dans un haut-fourneau de dimensions déterminées; cette quotité varie nécessairement avec la richesse des minerais et la proportion de ces minerais relativement au combustible, suivant que l'on veut produire de la fonte blanche ou de la fonte grise. Je crois d'ailleurs que l'expérience n'a pas encore indiqué

---

(1) En Belgique, lorsque les tuyères et le bas de l'ouvrage sont engorgés, on les dégage en y accumulant les laitiers qui dissolvent les matières figées. Pour cela, on couvre l'avant-creuset avec du sable, et on le charge avec des plaques de fonte, puis on active la soufflerie afin d'augmenter la tension du vent, de manière à retenir et refouler dans l'ouvrage le laitier qui tend à sortir par les tuyères dont il dépasse promptement le niveau. Lorsqu'on juge que les matières durcies sont ramollies, on pratique une ouverture à la partie supérieure de l'avant-creuset, et le laitier jaillit avec force. Il se fait alors un mouvement brusque dans l'intérieur de la cuve, par suite de la sortie du laitier et de la diminution de tension du vent Les matières durcies qui n'auraient point été refondues peuvent même être détachées par le frottement. Cette méthode produit bien réellement le résultat désiré; mais si elle était trop fréquemment employée, elle amènerait promptement la détérioration de l'ouvrage, car le vent arrêté par le laitier se répand au-dessus des tuyères et active la combustion près des parois.

combien, dans un temps fixé, on peut brûler avantageusement de combustible dans un haut-fourneau de dimensions déterminées. En beaucoup de localités on conduit ces appareils de telle sorte que les matières y séjournent au moins 24 heures; et en Toscane, au contraire, on exploite avantageusement des hauts-fourneaux au charbon de bois, dans lesquels ce séjour est de 6 heures seulement (1).

En écrivant cette notice, j'ai eu pour but unique de donner des renseignements relativement à l'exécution des hauts-fourneaux dont on aura déterminé les dimensions, à la fois, par des considérations d'art et par l'examen des ressources que la localité peut offrir, sous le rapport des débouchés aussi bien que sous celui des matières premières et même des ouvriers. Les dimensions des machines soufflantes sont facilement déterminées lorsqu'on connaît la quantité de combustible que l'on doit brûler dans un temps donné; quant à la force nécessaire pour mettre ces machines en jeu,

---

(1) Mémoire de M. Garella, ingénieur des mines, *Annales des Mines*, 3e série, tome XVI, p. 3.

J'ai vu moi-même, en 1829, dans le département du Cher, un haut-fourneau dans lequel, en activant la soufflerie, on avait augmenté considérablement la production journalière sans amener une trop prompte détérioration de l'ouvrage et une trop forte consommation de charbon de bois, relativement au poids de la fonte obtenue.

C'est la quantité d'air injectée dans un haut-fourneau qui règle la descente des charges, et par conséquent la production, car cet air brûle le combustible presque instantanément, et, lorsque le combustible est brûlé, la castine, ainsi que le minerai, sont fondus.

elle ne peut être complétement déterminée que lorsqu'on a fixé la tension de l'air à injecter dans le haut-fourneau.

NOTE

Sur le four à réverbère à double sole dans l'usine d'Albertville.

Par M. REPLAT.

Dans le mémoire sur le travail du fourneau à réverbère à double sole, inséré dans le tome XVIII, 3ᵉ série des *Annales des mines*, j'ai annoncé quelques modifications que je me proposais d'exécuter, qui avaient pour objet la dessiccation du bois et celle du schlich avant leur introduction dans le fourneau.

L'accueil favorable que les métallurgistes ont bien voulu faire à ce premier mémoire m'a déterminé à en publier la continuation. On verra avec intérêt que les résultats ont parfaitement répondu à mon attente.

Je n'ai jamais douté de l'avantage qu'il y aurait à faire sécher le bois, tout au moins celui destiné au grillage que l'on introduit dans le deuxième compartiment sur la charge; mais des circonstances locales ne m'ont pas permis d'établir des étuves en fonte, comme je me l'étais proposé. Cependant, pour atteindre le même but, je fais placer sur la voûte du premier compartiment le bois destiné au grillage, après l'avoir préalablement réduit en bûches de 15 à 20 centimètres de circonférence. Il y reste seize heures, temps suffisant pour l'amener à un état complet de dessiccation.

Quant au schlich, j'ai fait établir au-dessus du

deuxième compartiment, ou fourneau de grillage (*Pl. XI*, *fig.* 1, 2, 3), une caisse A en fonte, de 1^{m},25 de longueur, 1 mètre de largeur et 0^{m},50 de hauteur, pouvant contenir un peu plus de la charge ordinaire, qui est de 1.260 kil. schlich humide. Le fond de cette caisse a la forme d'une trémie, soit d'une pyramide tronquée, dont la petite base ouverte a 20 centimètres de côté; elle est fermée par une soupape à tiroir P (*fig.* 7), qui s'ouvre à volonté. Au-dessous de la caisse, la voûte du fourneau est percée; on y a placé un cadre en fonte *b* (*fig.* 3 et 4), dans lequel s'ajuste un tampon à pyramide tronquée L (*fig.* 4) de la même matière, qui ferme exactement cette ouverture. Ce tampon est articulé à l'extrémité d'un levier, dont le point d'appui est posé sur un petit chariot *a* mobile à l'aide de quatre roulettes que l'on fait mouvoir à volonté.

Lorsque l'on veut établir la communication entre l'étuve et le fourneau, on soulève le tampon, on le retire en arrière, on fait glisser la soupape à tiroir qui porte un appendice, de manière qu'elle forme la quatrième paroi du canal de communication entre l'étuve et le fourneau.

A 15 centimètres de distance de la surface extérieure des parois verticales de la caisse en fonte, on a élevé un petit mur en briques, qui forme ainsi un canal autour de l'étuve, et dans lequel on introduit une partie de la flamme du premier compartiment au moyen d'une ouverture pratiquée dans la paroi verticale du rampant. Cette flamme, après avoir circulé autour de l'étuve, rentre dans la cheminée du deuxième compartiment par une ouverture analogue à la première et semblablement placée.

Anciennement, pour charger le fourneau, on versait le schlich sur le sol de la fonderie, et les fondeurs, à l'aide de pelles courbées, le puisaient et le jetaient sur la sole par les trois ouvreaux du fourneau. Cette manœuvre faisait perdre une demi-heure et fatiguait beaucoup les ouvriers; le grillage était retardé, et malgré les soins que l'on prenait on perdait nécessairement du schlich.

Actuellement, lorsque la fonte est terminée dans le fourneau de fusion, que l'on a retiré les crasses par le premier ouvreau du côté de la chauffe et lingoté le plomb, on fait passer la charge grillée du deuxième compartiment dans le premier : on se sert avec avantage de l'ouvreau placé dans le trumeau intermédiaire entre les deux fourneaux, qui n'est ouvert que pour cette opération, laquelle dure trois quarts d'heure.

La sole du deuxième compartiment étant nettoyée sans perdre de temps et sans laisser refroidir le fourneau, on établit la communication entre l'étuve et le fourneau de la manière expliquée : le schlich sec et chaud tombe sur la sole; on l'étend avec des ringards ou des spadelles, et en moins de cinq minutes le fourneau est chargé; quelques bûches de bois sont jetées sur le schlich, le grillage commence immédiatement, et la fonte est en activité dans le premier compartiment.

On s'occupe alors de remplir la caisse en fonte. Par un escalier mobile à l'aide d'une charnière que l'on élève à la hauteur de la partie supérieure du fourneau pour ne pas gêner la circulation autour du fourneau, et qui conduit sur un palier en fonte au niveau de la partie supérieure du fourneau, deux ouvriers portent le schlich dans des barelles qui contiennent 105 kil. Douze voyages

font la charge de 1.260 kil. On met le 5 p. 0/0 pour faire face à l'humidité ; on ne compte que 1.200 kil. de schlich sec. On couvre l'étuve par des plaques de fonte ou de tôle. Le schlich reste ainsi 8 heures : la charge, qui est mise à 4 heures du matin, descend à midi sur la sole du grillage.

Après une heure environ on passe un petit ringard à crochet (petite bécasse) ; on sillonne la surface du schlich pour rompre la croûte mince qui est formée et hâter la sulfatisation. Après avoir ainsi mêlé le schlich de la partie supérieure avec celui de la partie inférieure, on passe les spadelles, dont le travail est continué jusqu'au moment où on passe la charge dans le compartiment de fusion.

Pour faire juger des avantages des modifications introduites, soit dans le fourneau, soit dans le mode de travail, je présente ci-après le tableau des fontes, consommations et produits pendant les cinq années 1834-1838 antérieures à l'établissement des deux soles, et pendant les années 1839 et 1840, avant l'établissement de l'étuve, et pendant les années 1841 et 1842, postérieurement à la construction de cette étuve.

En examinant ce tableau on remarquera que, pendant la dernière fonte des produits de 1842, la consommation du bois est réduite à la moitié de ce qu'elle était moyennement de 1834 à 1838, et au lieu de brûler 1.600 à 1.800 stères de bois pour une fonte de 4.000 quintaux de schlich, on n'en brûle plus que 800 à 850 ; ce qui représente une valeur de 4.500 fr. à 5.500 fr. que l'on économise.

La consommation de charbon est peu considérable, et l'économie qui s'en est faite est de 76

charges (30 mètres). Il y a encore une économie sur la main-d'œuvre et sur la consommation du fer de 800 à 900 kil.

Outre les économies obtenues, il y a eu amélioration dans les produits. Ainsi, en 1841, on a obtenu 65.103 plomb d'œuvre au 0/0 de schlich. Dans la dernière fonte, on a retiré 64.136. Le produit moyen de 1834 à 1838 a été de 60.837 : différence 3 à 4 p. 0/0. Sur 4.000 quintaux de schlich, c'est 120 à 160 quintaux de plomb d'œuvre, dont la valeur est de 80.470.

Ces résultats m'ont paru assez intéressants pour devoir être immédiatement signalés aux métallurgistes.

Je m'occupe encore de diverses autres modifications, l'une entre autres ayant pour objet de recueillir la portion de sulfates qui se perdent par la grande cheminée, portion qui ne laisse pas que d'être considérable. J'en ferai plus tard, s'il y a lieu, l'objet d'une nouvelle communication. J'ai essayé d'employer le vent chaud au traitement des crasses au fourneau à manche : les résultats ont été satisfaisants.

Résultat des fontes au fourneau à réverbère de la fonderie royale d'Albertville pendant neuf ans.

Années.	Schlich.	Plomb au o/o de schlich.	Crasses au o/o de schlich.	Sulfates au o/o de schlich.	Charbon au o/o de schlich.	Bois au o/o de schlich.	Fer au o/o de schlich.	Main-d'œuvre au o/o de schlich.	Plomb au o/o de crasses.	Plomb des crasses au o/o de schlich.	Plomb au o/o de sulfates.	Plomb des sulfates au o/o de schlich.	Total des colonnes. (2), (10), (12).	Argent au o/o de schlich.	Argent au o/o de plomb.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1834 à 1838	372.560	57,18	16,69	1,056	0,053	0,438	2,18	0,791	17,73	3,14	52,886	0,569	60,837	0,001438	0,00237
1839	385.380	55,86	22,182	0,696	0,060	0,282	2,62	0,916	27,931	6,197	54.833	0,381	62,44	0,001438	0 00228
1840	437.800	58,146	18,697	0,926	0,050	0,303	2,26	0,835	23,350	4,365	50	0,463	63,974	0,001400	0,00225
1841	410.550	59.563	18,147	0,972	0,040	0,254	1,821	0,800	27,851	5,054	50	0,486	65,103	0,001430	0,00232
1842	322.200	57.976	22,020	0,686	0,034	0,219	1,957	0,749	27,001	5,945	37,285	0,355	64,176	0,001430	0,00231

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

A, *fig.* 1, 2. Étuve en fonte, formée de cinq plaques qui sont réunies par des clavettes, et qui s'emboîtent à l'aide de rainures.

B, *fig.* 1, 2, 3. Petite cheminée, soit rampant du premier compartiment.

D. Petite cheminée, soit rampant du deuxième compartiment.

eeee. Petite cheminée qui circule autour de l'étuve, laquelle part du rampant B, et s'ouvre dans le rampant D.

E. Plaques mobiles à l'aide de charnières qui forment la partie supérieure de la cheminée tournante.

FFFF. Ouvertures pratiquées dans les parois en maçonnerie, par lesquelles on extrait les sulfates qui se déposent dans la cheminée.

cccc. Ces ouvertures sont fermées à l'aide de tasseaux en briques.

H. Plaques mobiles au nombre de trois, en fonte ou en plâtre, qui recouvrent l'étuve lorsque le schlich y a été introduit.

I. Plaque servant de fond à l'étuve et faisant la paroi inférieure de la cheminée tournante. La partie centrale de cette plaque a la forme d'une trémie ouverte à la partie inférieure en G.

Sur trois côtés de cette ouverture est ajusté un canal composé de trois plaques, 1, 2, 3, qui laissent entre elles un passage pour le schlich.

La quatrième paroi de ce canal est formée par la partie verticale de la plaque P, qui est en tôle, *fig.* 6, 7.

K. Ouverture pratiquée à la voûte dans laquelle est placé un cadre en fonte *b*, *fig.* 3, 4, par laquelle le schlich tombe sur la sole du fourneau.

L. Tampon en fonte qui ferme l'orifice; il est mobile à l'aide d'un petit chariot en fer *a*, *fig.* 4, 5, que l'on fait mouvoir sur une plaque de fonte. Dans la position

indiquée, le tampon est soulevé; il ne s'agit plus que de le retirer pour ouvrir l'orifice G, fermé par la plaque de tôle P, *fig.* 6, 7, que l'on tire dans le même sens.

R, *fig.* 2 et 3. Plaque en fonte servant de palier pour arriver auprès de l'étuve et décharger les barelles de schlich. Cette plaque est supportée par des tringles de fer, et posée sur trois barreaux.

S. Escalier en bois pour arriver sur le palier avec les barelles.

Cet escalier est mobile autour du barreau T, *fig.* 2 et 3, et on l'élève à l'aide d'une poulie, afin de faciliter la circulation autour du fourneau.

NOTICE

Sur la préparation mécanique des minerais de plomb du Hartz (*).

Par M. DE HENNEZEL, Ingénieur des mines.

La méthode suivie au Hartz, jusqu'en 1826, pour la préparation mécanique des minerais de plomb, ne diffère que par des détails peu importants de celle qui a été décrite par M. Héron de Villefosse (Journal des mines, t. XVII). L'on sait que, dans cette ancienne méthode, le procédé du criblage à la cuve était d'un emploi très-restreint, que le bocardage à l'eau était appliqué à la plus grande partie, et que toutes les matières bocardées étaient livrées au lavage proprement dit. **Ancienne méthode.**

Des essais faits pendant les années 1824 et 1825 ont montré :

1° Que la perte occasionnée par le lavage était, suivant la nature des gangues (légères ou pesantes), de 10 à 25 pour o/o du plomb et de l'argent contenus dans les matières soumises à cette opération;

2° Que 0,57 environ des métaux perdus étaient entraînés par les eaux du bocardage et du lavage, et que 0,43 se trouvaient dans ces derniers ré-

(*) Les renseignements qui ont servi à la rédaction de cette notice ont été pris dans les mémoires publiés par M. M. Ey (*Archives de Karsten*, tome X); dans un extrait qui en a été fait par M. de Marignac, élève-ingénieur des mines; et dans les notes que j'ai eu l'occasion

sidus, les plus fins, trop pauvres pour être retraités.

Ces résultats ont mis en évidence tout l'avantage qu'il y a à soustraire le plus de minerai possible aux opérations qui exigent un courant d'eau, et pour celles-ci mêmes, à ne réduire que le moins possible le minerai en schlamms fins. Dans ce but, d'importantes modifications ont été adoptées depuis 1826. Voici principalement en quoi elles consistent :

---

de recueillir, en visitant les principaux ateliers des environs de Clausthal et de Zellenfeld.

Valeur et notation des unités de mesures employées.

1° Mesures de longueur.

			m.			
1 toise. .	1°	=	1,920	=	80	pouces ;
1 pied. .	1′	=	0,288	=	12	pouces ;
1 pouce.	1″	=	0,024	=	12	lignes ;
1 ligne. .	1‴	=	0,002.			

2° Mesures de capacité.

		m³.			
1 treiben	=	6,368	=	40	tonnes ;
1 tonne	=	0,159	=	4	kübel ;
1 kübel	=	0,040	=	4	bergtrog.

3° Poids.

		kil.			
1 quintal	=	46,771	=	100	livres ;
1 livre	=	0,468	=	2	marcs ;
1 marc	=	0,234	=	16	loths ;
1 loth	=	0,015.			

4° Monnaies (au pair).

		fr.			
1 thaler	=	3,90	=	24	gros ;
1 gros	=	0,1625	=	12	deniers ;
1 denier	=	0,0135.			

1° L'on met beaucoup plus de soin à bien trier et à bien assortir les minerais. Méthode adoptée depuis 1826.

2° Le minerai à bocarder à l'eau est soumis d'abord à un bocardage grossier (röschpochen), dans lequel l'écoulement a lieu sur un grand côté de l'auge, à travers une grille dont les barreaux sont écartés de $\frac{3}{8}$ à $\frac{9}{16}$ de pouce.

3° Les fragments provenant de ce premier bocardage sont séparés par une machine de classement en quatre grosseurs, dont chacune est criblée à part.

4° Les levées impures de ce criblage passent à un second bocardage grossier, et cette fois l'écoulement a lieu sur un petit côté de l'auge, à travers une grille dont les barreaux sont écartés de $\frac{3}{16}$ de pouce.

5° Les plus gros sables sont classés, par une machine, en trois sortes, que l'on crible séparément.

6° Les parties impures éprouvent encore successivement un bocardage moyen et un bocardage fin, pour lesquels l'écoulement se fait par des grilles transversales ayant respectivement 8.428 trous (mittelblech) et 11.776 trous (afterblech) par pied carré. Le bocardage fin n'est ainsi appliqué qu'à du minerai disséminé en parties très-fines dans la gangue (fein-eingesprengt).

Afin de comparer cette nouvelle méthode avec celle de 1824, l'on a traité, par chacune d'elles, 50 treibens ou 10.038 quintaux de minerai de la mine de Kranich. Les résultats de ces essais ont été que : Comparaison avec l'ancienne méthode.

1° Pour 100 parties de minerai livrées à la laverie, on a obtenu :

	Par la méthode ancienne,	nouvelle.
Déchets entraînés par les eaux et schlamms très-fins	33	4
Schlamms ordinaires	67	23
Gros sables et fragments	»	73
Total	100	100

2° La proportion du plomb et de l'argent contenus dans les produits définitifs du lavage, s'est trouvée augmentée de 5 pour o/o par la nouvelle méthode.

3° Le bénéfice qui en résulte, malgré une plus forte dépense en main-d'œuvre, s'élève, pour chaque treiben (environ 211 quintaux) de minerai à bocard, à 4 thalers 9 gros; ce qui fait 21 à 22.000 thalers pour les 4.900 treibens que l'on soumettait annuellement au bocardage à l'eau, dans les districts de Clausthal et de Zellenfeld.

La grande extension donnée dans la nouvelle méthode à l'opération si avantageuse du criblage n'est devenue possible que par la substitution à secousses d'un système de cribles mécaniques de 94 à 40 pouces de diamètre, sur lequel je reviendrai plus loin.

Nouvelle amélioration introduite en 1832.

Le bocardage grossier ne remédierait entièrement aux inconvénients reconnus pour le bocardage fin, que si, après chaque coup de pilon, le minerai, suffisamment pulvérisé, pouvait être soustrait à l'action de la trituration. Un fort courant d'eau et un mode d'écoulement facile tendent à produire cet effet, mais ils donnent lieu à la perte des parties les plus fines, qui sont aussi les plus riches. C'est pour diminuer cette perte, que l'on a été conduit, en 1832, à faire usage de cylindres broyeurs; ainsi, dans la méthode du Hartz, ces cylindres remplacent en partie le bocardage

grossier à l'eau, et l'expérience a pleinement confirmé les espérances que l'on avait fondées sur leur emploi (*).

Résultats d'un essai comparatif.

En 1836, un essai comparatif a été fait à l'atelier de Dorothée, le sixième où l'on eût déjà introduit, à cette époque, un appareil de cylindres broyeurs. 1800 quintaux de minerais de la classe dite *schurerz*, provenant du triage, et équivalent à 1791,22 quintaux de minerais secs, ont été partagés en deux parties égales. La première (A) a été soumise aux quatre bocardages successifs indiqués plus haut, après chacun desquels l'on a retiré le plus de minerai purifié possible au moyen des cribles, des caisses à tombeau, des tables mobiles et des tables fixes. Pour la seconde partie (B), les deux premiers bocardages ont été remplacés par le broyage aux cylindres avec un écartement de $\frac{3}{8}$ et de $\frac{3}{16}$ de pouce; le reste du traitement a été le même que pour la première partie. Cet essai a donné lieu aux observations suivantes :

1° Dans l'ensemble des quatre triturations de chaque série, les schlamms très-fins, qui ont été entraînés au delà des canaux intérieurs de l'atelier, équivalent à un poids de matières sèches égal à 3.938 livres pour A, et à 3.628 livres pour B; en sorte que la proportion de ces schlamms non recueillis correspond respectivement aux 0.044 et aux 0.041 du poids des matières sèches traitées par chaque procédé, et qu'elle a diminué dans le rapport de 1.000 à 921. Toutefois, la différence ne

(*) Les premiers cylindres broyeurs ont été établis au Hartz sur la proposition et par les soins de M. Jordan, inspecteur des machines, auquel l'on devait déjà la construction de la belle machine à colonne d'eau de Silberseegener Richtschacht.

provient pas entièrement de ce que les opérations B ont produit moins de parties fines, mais aussi de ce que celles-ci ont pu se déposer en plus forte proportion dans ces canaux intérieurs du traitement B, où l'on emploie moins d'eau courante.

2° Les produits définitifs contenaient :

	Plomb.	Argent.	
Pour B.	23.884 livres.	69 marcs	5 loths.
Pour A.	23.464	65	13
Différence en faveur de B.	420	3	8

Ainsi, le plomb contenu dans les produits équivalut pour A et pour B aux 0,262 et aux 0,267 du poids des minerais secs soumis à chaque traitement ; il a augmenté dans le rapport de 1.000 à 1018. L'argent contenu dans les produits est de 0.367 et de 0.386 pour 1.000 des minerais traités : il a augmenté dans le rapport de 1.000 à 1.057.

3° Les 900 quintaux pris pour chaque série forment un volume de 3 treibens, 18 tonnes, d'où l'on conclut que, pour 1 treiben de minerai, l'augmentation sur les métaux contenus dans les produits représente une valeur de près de 20 thalers, le quintal de plomb étant compté à 5 th., et le marc d'argent à 13 $\frac{3}{4}$ th. Or, dans l'ensemble des ateliers de Clausthal, l'on traite annuellement 565 treibens de minerais de la même classe que ceux sur lesquels la comparaison a été établie; l'emploi des cylindres broyeurs doit donc produire une augmentation de plus de 11.000 thalers sur la valeur des métaux contenus dans les produits de la préparation mécanique (*).

(*) Les nombres rapportés ici sous les nos 1o, 2o et 3o

Les résultats qui précèdent ont été jugés d'autant plus concluants que les minerais de Dorothée ne sont pas ceux qui se prêtent le mieux au nouveau mode de traitement, parce qu'ils sont accompagnés de quelques gangues plus dures, et qu'ils y sont disséminés en parties plus fines que cela n'a lieu pour la plupart des minerais des environs de Clausthal. Aussi les cylindres broyeurs sont-ils aujourd'hui adoptés pour presque tous les ateliers du Hartz.

A mesure que ce nouveau procédé s'est répandu davantage, l'expérience a appris à le perfectionner dans ses détails et dans son application. En même temps de nouveaux soins étaient apportés à améliorer toutes les parties de la préparation mécanique, et surtout à les coordonner entre elles, de manière à établir l'ordre qu'il est le plus avantageux de suivre dans la succession des opérations appliquées à chaque classe de produits intermédiaires.

Ensemble de la méthode actuelle.

La méthode actuelle est le résultat de toutes ces recherches; après en avoir exposé l'ensemble, je présenterai quelques renseignements plus détaillés sur les opérations les plus importantes dont elle se compose.

Le seul triage que le minerai éprouve dans l'intérieur de la mine a pour objet d'en séparer des parties stériles et d'extraire séparément :

---

résument des tableaux beaucoup plus détaillés qui font partie d'un mémoire inséré dans le tome X des *Archives de Karsten*. Il est à regretter que l'auteur de cet intéressant travail n'y ait pas consigné le poids des minerais purifiés de chaque série, afin de montrer que la moindre perte en métaux ne correspond pas à un degré d'enrichissement moins élevé des produits définitifs.

(1) Le gros (wände), comprenant tous les morceaux de plus de 3″, et

(2) Le menu (grubenklein).

(1), soumis sur la halde même à un cassage et à un triage, donne, outre les rebuts,

A, massif à fondre (stufferz);

(3) Minerai à trier (scheide-erz);

(4) Assez bon (schurerz), contenant des parties métalliques assez abondantes, mais non séparables par le triage;

(5) Médiocre (glangerz), où la proportion des parties métalliques est moindre ;

(6) Maigre (bergerz), qui ne renferme que des traces de minerai disséminées dans les gangues;

(7) Débris de cassage (krümpfenerz).

(2) passe à une machine de débourbage et de classement (rätter), composée de grilles à bascules. Les plus gros morceaux (klauberz) sont soumis au *klaubage* (triage sans cassage), dont les produits sont A, (3), (4), (5) et (6). Le reste est classé, comme il suit, par la machine et par les canaux disposés à la suite :

(8) Cinq sortes de mines à cribler (graupen) de $\frac{5}{4}$, $1\frac{3}{4}$, $\frac{5}{8}$ et $\frac{3}{16}$″ (*);

(9) Gros sable (sandkorn) ;

(10) Sable fin (mehlkorn);

(11) Schlamm (schlamen);

(*) Selon l'usage adopté au Hartz, l'on désigne chaque sorte par le plus grand diamètre que puissent avoir les fragments qui la composent ; ainsi les graupens de $\frac{5}{4}$″ sont celles qui ont traversé une grille à trous carrés de $\frac{5}{4}$″ de côté, et n'ont pas traversé la grille suivante, dont les trous ont 1″ de côté. La même convention s'applique à toutes les indications de ce genre.

(3) est envoyé à l'atelier du *scheidage* (cassage et triage), où l'on obtient encore des produits analogues à A, (4), (5) et (6), et de plus,

(12) Débris de scheidage (erzstücke).

(4), (5), (6), sont livrés séparément aux cylindres broyeurs dont l'écartement est de $\frac{3}{8}''$. Les broyées sont délayées dans un canal à fond ascendant (durchlass), et passent alors, avec un faible courant d'eau, dans une machine de classement; ce qui donne :

(13) Deux sortes de graupens de $\frac{3}{8}$ et de $\frac{3}{16}''$, et en outre, des sables et des schlamms analogues aux numéros (9), (10) et (11).

(7) est également divisé, par un rätter à eau, en

(14) Quatre sortes de graupens de $\frac{5}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{3}{8}$ et $\frac{3}{16}''$.

et en sables et schlamms (9), (10) et (11).

(12), qui se compose de fragments et de minerai en poussière, subit un tamisage à sec dans un rätter mu à la main. L'on obtient :

(15) Deux sortes de graupens de $\frac{3}{8}$ et $\frac{3}{16}$, et

B, une poussière (rätterschlich) assez riche pour être livrée à la fonderie.

(8), (13), (14) et (15) forment l'approvisionnement des cribles (setzsieb). L'on y traite séparément les matières de grosseurs et d'origines différentes, et l'on obtient des produits qui se rangent dans les classes suivantes :

(16) Maigre (bergerz-graupen);
(17) Médiocre (glanzerz-gr.);
(18) Assez bon (schuzerz-gr.);
C Mine à fondre (stuff-gr.);
(19) Dépôt de la cuve (setzfass-vorrath).

(16), (17) et (18) sont traités diversement selon leur nature. En général, lorsqu'ils sont assez riches, et que leur diamètre est de plus de $\frac{3'''}{4}$, ils sont envoyés aux cylindres broyeurs et traités comme les matières (4), (5) et (6). Les autres sont soumis à un bocardage à l'eau plus ou moins grossier ou au bocardage fin, selon que l'exige la manière d'être du minerai qu'ils renferment. Les produits de ce bocardage sont classés par un rätter, s'il y a lieu, et par les canaux du labyrinthe en sables et en schlamms (9), (10) et (11).

(19) est toujours mêlé de fragments qui sont tombés accidentellement dans la cuve. On les en sépare au moyen d'un rätter pour les remettre dans la classe de matières à cribler, à laquelle ils appartiennent. Les parties fines avec lesquelles ils étaient mêlés sont recueillies dans les canaux à la suite du rätter et rentrent encore dans les classes (9), (10) et (11).

(9) est lavé aux caisses à tombeau (schlammgraben), où l'on a recueilli, après plusieurs lavées successives :

D, schlich n° 1 (graben-schlich);
E, schlich n° 2 (schwänzel-s.);
(20) Sable débourbé (abgang);

et en outre, dans les canaux inférieurs, des dépôts qui sont analogues aux numéros (10) et (11), et sont traités de même.

(20) va au crible fin. Les levées du crible sont :

(21) Sable;
(22) Grains (körner);
E, schlich n° 3 (setz-schlich), et l'on a de plus
(23) Dépôt de la cuve.

(21), après avoir été débourbé dans un canal à fond ascendant (durchlass), ce qui en sépare les parties les plus fines (10) et (11), passe sur les tables à toiles (plannheerd), et il en résulte

G, schlich n° 4 (grobgewaschen-schlich).

Dans les caisses de chute (abfall-gerenne) que traverse le sable (21) avant d'arriver sur la tête du planenherd, l'on recueille les grains les plus gros qui retournent au crible fin comme (20). L'on soumet de même au criblage fin les dépôts qui se rassemblent dans les premiers canaux inférieurs au planenheerd. Ceux des canaux suivants sont réservés, sous le nom d'*after*, pour être bocardés fins pendant l'hiver, et lavés aux tables dormantes pour le compte de la caisse de secours des ouvriers.

(22) est également réservé pour le bocardage fin de l'hiver au profit de la caisse des ouvriers.

(23), s'il n'est assez riche pour être considéré comme schlich, il est mis au durchlas, qui donne lieu à un classement en sables et schlamms (9), (10) et (11).

(10) et (11) sont concentrés séparément sur des tables dormantes ou tables à balais (kehrherde), et produisent chacun deux sortes de schlich, savoir :

(10) { H, schlich n° 5 (untergereen-schlich);
I, — n° 6 (gereen-s.);

(11) { J, — n° 7 (schlamm-s.);
K, — n° 8 (gerennschlamm-s.);

et des déchets qui vont aux eaux perdues.

Parmi les produits définitifs, le massif A et les graupens C sont ordinairement bocardés et passés à sec, à un rätter qui est mu par l'arbre du bocard, et dont les mailles ont $\frac{1''}{9}$ de côté. Les schlich B,

D, E, F, G, H, I, J et K sont immédiatement livrés à la fonderie.

D'après des moyennes calculées sur les états de la préparation mécanique de tous les ateliers de Clausthal, 1.000 kilogrammes du minerai préparé, pendant l'une des dernières années, se composaient de :

Produit du triage et du criblage. . .	706 kil.
Produit du lavage.	294

et contenaient 553 kilogr. de plomb et 1^k,016 d'argent.

La méthode exposée plus haut ne s'applique pas avec une entière uniformité à tous les minerais du Hartz ; mais c'est celle qui est maintenant le plus généralement suivie, et les variations qu'elle éprouve sont, pour la plupart, assez peu importantes : j'en signalerai quelques-unes dans les détails particuliers relatifs à chacune des principales opérations.

Triage. Les produits du triage sont, en réalité, beaucoup plus nombreux qu'ils n'ont été indiqués. Il est souvent nécessaire, soit pour l'économie et le succès des opérations ultérieures de la préparation mécanique, soit en vue du traitement métallurgique, que l'on ait égard, non-seulement à la proportion et à la manière d'être du minerai dans les morceaux à classer, mais aussi à sa nature et à celle des gangues. Ainsi, lorsque le minerai brut contient à la fois de la galène et de la pyrite cuivreuse, l'on subdivise chacune des classes A, (3), (4), (5) et (6) en trois sortes, de manière à séparer les minerais de plomb, les minerais de cuivre et les mélanges des deux minerais non séparables par le triage. En outre, l'on distingue quelquefois les minerais à gangues pesantes (baryte sulfatée, pyrite de fer, blende, fer carbonaté, etc.), et les minerais à gangues lé-

gères (chaux carbonatée, grauwacke, schiste argileux, etc.); et quelquefois même l'on réunit, autant que possible, les morceaux dont la gangue dominante appartient à la même espèce minérale.

Débourbage et classement.

La machine (rätter) employée pour le débourbage et le classement du menu est du même genre que celle qui a été décrite dans le mémoire déjà cité de M. Héron de Villefosse. Elle se compose de deux caisses à bascule, dont l'extrémité inférieure est alternativement soulevée et abandonnée par une communication de mouvement avec l'arbre des bocards. L'amplitude de la course est de 6 à 9 pouces, avec une vitesse de 40 coups par minute.

Le fond de la caisse supérieure est muni d'une grille en fonte, dont les trous ont $\frac{3}{4}''$ de côté. Les morceaux qui ne le traversent pas sont rejetés sur une table où des enfants les attirent vers eux, en les faisant passer sur des grilles fixes à ouvertures carrées de $1''$ et de $\frac{5}{4}''$ de côté. Ce qui reste sur la table est immédiatement soumis au klaubage. Sous les grilles fixes, l'on recueille deux classes de graupens. Quelquefois aussi les grilles fixes n'ont que des ouvertures de $\frac{5}{4}''$; alors les morceaux qu'elles laissent passer sont de grosseurs très-inégales, et on les passe à un autre rätter ayant des ouvertures de $\frac{3}{4}''$ et de $1''$ de côté.

La partie du menu qui traverse la grille de la caisse supérieure tombe dans la caisse inférieure. Celle-ci porte trois toiles métalliques dont les mailles ont $\frac{1}{12}$, $\frac{3}{16}$ et $\frac{3}{8}''$ de côté. Les parties les plus fines sont entraînées par l'eau, à travers la première toile, dans le canal au gros sable et dans le labyrinthe; les autres se classent sous la deuxième

et sous la troisième toile, ou sont rejetées en avant de la caisse inférieure.

Il résulte donc de cette opération, outre les produits du klaubage et les dépôts des canaux, les cinq sortes de graupens limitées par des orifices de $\frac{5}{4}$, 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{3}{16}$ et $\frac{1}{12}''$.

Les dispositions et le mode de classement qui viennent d'être indiqués sont ceux que l'on rencontre le plus fréquemment au Hartz. L'on en trouve quelques modifications justifiées par la nature particulière des minerais à traiter. A Bergwerks-Wohlfart, par exemple, où le minerai est le plus riche en argent, et où il est accompagné de baryte sulfatée, le triage à la main est poussé plus loin ; il s'applique à tous les morceaux de plus de $\frac{3}{4}''$; le classement donne quatre sortes de graupens qui ont pris pour limites $\frac{12}{16}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{3}{15}$ et $\frac{1}{12}''$. La machine employée dans cet atelier a été décrite et représentée dans l'Atlas du mineur et du métallurgiste (1re année, page 3, pl. 12).

Cylindres broyeurs.

L'appareil se compose de deux cylindres en fonte, à surface unie, ayant 15'' de diamètre et 18'' de longueur. Ce sont de simples manchons qui s'ajustent sur un axe carré, ce qui permet de les remplacer facilement lorsque la surface en est usée. L'un de ces cylindres est mu par une roue hydraulique, et communique, par un engrenage, un mouvement de même vitesse au second cylindre. Les coussinets du premier sont fixes; ceux du second sont mobiles dans les paliers qui les portent. Un levier, chargé d'un contre-poids, tend à maintenir les cylindres à la distance de $\frac{3}{8}''$ (à Bergwerks-Wohlfart, $\frac{3}{16}''$), mais leur laisse prendre un plus grand écartement, lorsqu'il se présente des

morceaux très-durs qui pourraient produire la rupture de l'appareil (*).

La confection de ces cylindres n'est pas sans difficultés : trop durs, ils ne mordent pas; tendres, ils s'usent en quelques jours. Il a fallu d'assez longs tâtonnements avant que l'on parvînt à leur donner le degré de dureté le plus convenable pour les minerais du Hartz. L'on emploie, pour les faire, une fonte légèrement truitée, presque blanche, et l'on coule très-rapidement au moyen de jets en siphon, de manière que le moule placé verticalement se remplisse en un instant.

Sous les cylindres, le minerai broyé est reçu par une grille à bascule qui a des trous carrés de $\frac{3}{4}''$ de côté, et qui rejette les morceaux non suffisamment triturés dans une roue mobile autour d'un axe horizontal. Cette roue est munie d'augets fermés à la circonférence extérieure, et ouverts du côté de l'axe; elle reçoit les fragments très-gros, à sa partie inférieure, et les abandonne, près de son sommet, sur un plan incliné qui les ramène aux cylindres.

On a constaté, à Clausthal, qu'il faut une force de $4\frac{1}{3}$ chevaux-vapeur de 75 k. m. (force motrice de l'eau dépensée), pour donner le mouvement à une paire de cylindres, à la grille à bascule et à la roue qui remonte le minerai.

Le travail d'une paire de cylindres occupe deux ou trois enfants, savoir : un ou deux pour charger le minerai sur les cylindres, et un pour l'enlever sous la grille.

Depuis l'établissement des cylindres broyeurs,

(*) Voir, pour plus de détails, l'Atlas du mineur et du métallurgiste, 1re année, page 3, planches 8, 9 et 10.

la dépense en main-d'œuvre de la préparation mécanique est un peu plus grande qu'auparavant. L'augmentation provient de ce que, 1° le travail est plus lent aux cylindres qu'aux bocards; 2° le traitement des produits du nouveau mode de trituration exige plus de manutention; 3° les morceaux qu'on livre aux cylindres doivent être préalablement réduits à la grosseur de 2''. Afin de compenser cette dernière cause d'augmentation, l'on a essayé, dans quelques ateliers, des cylindres cannelés pour remplacer le cassage à la main; mais jusqu'à présent, ces cylindres n'ont pas présenté assez d'avantage pour qu'ils fussent généralement adoptés.

Criblage. Les anciens cribles à main ont été successivement remplacés par des cribles suspendus à un balancier, puis par des cribles recevant des secousses au moyen d'une communication de mouvement avec la roue des bocards ou des cylindres. L'économie qui en résulte, sur le temps et sur les frais de main-d'œuvre, ressort du tableau suivant :

CRIBLAGE, PAR UN SEUL OUVRIER, de 220 quintaux de minerais classés.	Temps nécessaire.	Frais de main-d'œuvre.
	heures.	gros.
1° Au crible à main, simple, de 16'' de diamètre.	46	$23\frac{1}{4}$
2° Au crible à main, de 24'' de diamètre, avec balancier et contre-poids.	$19\frac{1}{2}$	$9\frac{2}{3}$
3° Aux cribles mécaniques :		
a, avec un crible de 36'' de diamètre.	12	6
b, avec un crible de 40'' de diamètre.	8	4
c, avec deux cribles de 24'' de diamètre.	8	4

L'avantage important que présentent les der-

niers cribles a permis de donner le plus grand développement à l'opération du criblage, et c'est certainement la modification plus heureuse qui ait été apportée à la préparation mécanique. Voici quelles sont les principales conditions auxquelles l'on doit avoir égard dans l'établissement et dans l'emploi des cribles mécaniques :

1° Pour que des corps différents se déposent dans l'eau, suivant l'ordre des densités, il est nécessaire qu'ils aient la même forme et le même volume (*).

2° Il faut que la chute du crible soit vive et bien verticale, afin que l'eau en traverse rapidement et uniformément le fond, et mette toutes les matières en suspension. La levée, au contraire, doit être assez lente pour que des déplacements, par ordre de densité, aient pu se produire avant que les matières soient soutenues.

3° L'amplitude de la chute du crible et le nombre des coups que l'on donne à chaque charge doivent être assez grands pour que ces déplace-

(*) En discutant l'expression de la vitesse d'un corps sphérique, tombant sans vitesse initiale dans un milieu résistant, l'on trouve que la vitesse acquise, à un instant donné, varie suivant une loi de progression un peu moins rapide qu'en raison directe des racines carrées de la densité et du diamètre du corps, et qu'en raison inverse de la racine carrée de la densité du fluide. Deux sphères de nature différente tomberont donc avec la même vitesse dans l'eau, si les diamètres sont en raison inverse des densités. A égalité de volumes et de densités, la résistance du milieu sera plus grande pour un solide aplati que pour une sphère : cette circonstance est avantageuse ou défavorable au criblage, selon que la gangue ou le minerai a une forme lamellaire.

ments partiels aient amené les corps les plus denses à la partie inférieure.

La première condition justifie le soin extrême que l'on met au Hartz à classer, suivant la grosseur, les diverses matières à cribler. L'on satisfait aux autres par les détails de la construction et de la main-d'œuvre.

La disposition de l'appareil est très-simple; une roue hydraulique, qui est communément celle des bocards, transmet le mouvement par des leviers ou par des courroies à un arbre à cammes. Les cammes agissent sur le balancier du crible de manière à relever celui-ci, qui retombe ensuite, et par l'effet de son poids et par la pression de deux perches élastiques, dont les extrémités s'appuient sur deux tasseaux fixés à une tige directrice que porte l'extrémité antérieure du balancier.

Le crible lui-même est un cylindre en bois ou en tôle, de 8″ de hauteur, dont le fond est une grille ou une toile métallique soutenue par des traverses et par deux bandes de fer en croix.

Le diamètre des cribles est de 24, 27, 30, 36 ou 40″. Ceux de 24 et de 40″ sont les plus employés; un ouvrier fait indifféremment le service de deux cribles de la première sorte ou d'un crible de la seconde, et les résultats que l'on obtient sont les mêmes sous le rapport économique. La chute du crible de 4″ étant plus rapide, à cause de son plus grand poids, semble devoir favoriser l'action du criblage; mais, d'un autre côté, il est plus difficile de l'assujettir de manière qu'il reste exactement horizontal pendant le mouvement, condition importante pour que l'eau en traverse uniformément le fond.

Lorsque le minerai à cribler contient des gangues pesantes, et qu'il doit, par conséquent, rester plus longtemps sur le crible, l'on emploie deux cribles de 27'', au lieu de deux cribles de 24''.

Les cribles de 30 et de 36'' ne paraissent être employés que lorsque le défaut de place ou de force motrice ne permet pas d'en établir de plus grands, ou bien, lorsqu'on a à cribler, sur un point donné, des matières en quantité insuffisantes pour approvisionner un crible de 40''.

Chacune des diverses grosseurs à cribler, obtenues par le classement au rätter ou au labyrinthe, est soumise séparément au criblage. L'on emploie, pour cela, trois sortes de cribles :

1° Le gros crible pour les graupens de $\frac{5}{4}$, 1 $\frac{8}{4}$ et $\frac{5}{8}$'' (grobes);

2° Le crible moyen, pour celles de $\frac{3}{8}$ et $\frac{5}{16}$'' (mittleres);

3° Le crible fin pour le sable compris environ entre $\frac{1}{12}$ et $\frac{1}{16}$'' (feines ou schlämm-korn).

Au delà et en deçà des limites extrêmes de $\frac{3}{4}$ et de $\frac{1}{16}$'', le criblage ne se fait que d'une manière imparfaite. Pour des fragments de plus de $\frac{5}{4}$'', les différences de formes deviennent plus sensibles et contre-balancent les effets que tendent à produire les différences de densités. De plus, la vitesse absolue de la chute est trop grande pour qu'avec les dispositions ordinaires du criblage, la séparation, suivant l'ordre des densités, puisse se produire. Enfin, pour de tels morceaux, le triage à la main peut encore se faire avec beaucoup de facilité.

Les matières plus fines que celles de la troisième classe ont trop d'adhérence entre elles et avec le fond du crible; l'eau ne les traverse que difficile-

ment; et au lieu de les mettre uniformément en suspension, elle se fraye tumultueusement un passage à travers une partie des matières et les rejette pêle-mêle sur les parties voisines.

Au surplus, les limites indiquées plus haut ne sont qu'un exemple de ce qu'on observe le plus communément au Hartz; elles sont quelquefois beaucoup plus rapprochées. Ainsi, lorsque la galène a pour gangue de la blende, de la baryte sulfatée ou du fer carbonaté, on ne crible pas de matières de plus de $\frac{3}{4}''$, et cette opération n'est même très-efficace que pour les graupens de la seconde classe.

Le fond du gros crible est en fil de fer, à mailles carrées d'environ $\frac{1}{8}''$ de côté; dans quelques ateliers l'on a remplacé avec avantage, sous le rapport de la durée, ce treillis en fil de fer par une plaque en fonte à trous ronds évasés vers le bas. Le fond des deux autres cribles est fait en fils de laiton, parallèles entre eux et disposés comme dans les *formes* que l'on emploie pour la fabrication du papier à la main. L'écartement des fils est généralement de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{5}'''$ pour le crible moyen, et d'au plus $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}'''$ pour le fin.

L'amplitude de la chute du crible doit être d'autant plus grande que les matières sont plus grosses, et que la différence des densités du minerai et des gangues est moindre. Dans la plupart des ateliers, elle ne varie que de $\frac{3}{4}$ à $\frac{5}{4}''$, suivant la grosseur des grains; mais pour les minerais à gangues pesantes, elle est de 1 à $\frac{5}{2}''$.

La vitesse du mouvement est de 120 à 220 coups par minute; la plus grande vitesse correspond à la moindre amplitude.

Le nombre des coups que l'on donne à chaque

charge a été trouvé par expérience devoir être de 80 à 150; mais lorsque le même ouvrier surveille à la fois deux cuves, ce nombre devient plus grand et s'élève quelquefois à 250 coups; parce qu'il résulte alors du temps nécessaire pour desservir l'autre crible. Après chaque charge, on lève généralement deux couches, et on laisse la couche inférieure pour la recribler avec les charges suivantes. Ce n'est qu'après 3 à 10, moyennement 5 à 8 charges successives, que l'on prend aussi la tranche inférieure. Celle-ci est déposée à part pour être soumise à un second tour de criblage (reinsetzen), qui donne de la mine à fondre et des produits intermédiaires d'une classe plus élevée que ceux du premier tour.

Les charges (einzüge) et les levées (abhübe) se font sur des quantités d'autant plus faibles et à des intervalles d'autant plus longs que les matières sont plus fines et que les différences de densités sont moindres. Afin d'introduire plus de régularité dans le travail, et de le rendre plus indépendant de l'habileté de l'ouvrier, l'on a coutume de déterminer par expérience la quantité de matières qu'il convient de comprendre dans chaque sorte de produits, et de la prescrire au cribleur par l'indication de l'épaisseur des couches qu'il doit chaque fois lever séparément.

La préparation mécanique des minerais de Lauthental, dans lesquels la galène est accompagnée de beaucoup de blende, offre un exemple remarquable de la perfection avec laquelle l'on est parvenu à appliquer le criblage aux matières les plus difficiles à enrichir par cette opération. Elle produit des graupens et des schlichs presque entièrement débarrassés de blende et amenés

à une teneur en plomb de 64 à 74 pour o/o.

Crible fixe à pompe foulante.

Comme appendice à l'article du criblage, l'on doit mentionner un procédé qui est, depuis quelques années, l'objet d'un grand nombre d'essais au Hartz, et qui paraît, après plusieurs modifications, être arrivé maintenant à fonctionner d'une manière avantageuse, surtout pour les matières fines (*). J'ai signalé plus haut la difficulté que présente le criblage de ces matières, qui ne se mettent pas uniformément en suspension; il faut ajouter à cela que le mouvement ascensionnel du crible à secousses contre-balance toujours en partie l'effet avantageux que tend à produire sa chute. Pour remédier à ces inconvénients, l'on a été conduit à l'idée d'employer un crible fixe, et de soulever les matières à cribler par la pression de l'eau foulée de bas en haut à travers le crible.

Des cribles de ce genre sont établis depuis plus de dix ans à Arany-Idka (Hongrie) (**); mais l'appareil qui est maintenant usité à Andreasberg (Hartz) est beaucoup plus simple. Il consiste en une caisse prismatique à base rectangulaire, partagée en deux compartiments : dans l'un se trouve le crible fixe, et dans l'autre un piston plein, en bois, très-simple, laissant un peu de jeu entre ses bords et les parois de la caisse, de manière que l'eau, affluant à la partie supérieure du second compartiment puisse passer sous le piston. La tige de celui-ci est fixée à un balancier qui est mis en mouvement par l'arbre de la roue des bocards. Au moyen de cette disposition, l'eau foulée par le piston passe dans le premier compartiment, à

(*) *Archives de Karsten*, 1842, tome XVI, page 797.

(**) *Métallurgie de Karsten*, tome II, page 154 et figures 109 à 114.

travers une large ouverture pratiquée dans la cloison; soulève les matières à cribler et s'écoule par un dégorgeoir établi à la partie supérieure. Ce nouveau procédé de criblage réussit très-bien à Andreasberg, et l'on assure qu'il donne lieu à une assez grande économie de temps et de force motrice (*).

Lavage proprement dit.

Les procédés employés pour le lavage proprement dit n'ont été, dans ces derniers temps, l'objet d'aucune modification importante, et la principale différence qui existe, sous ce rapport, entre la méthode actuelle et les méthodes antérieures, consiste en ce que les matières à laver sont en proportion plus faible et, en même temps, plus pauvres qu'elles ne l'étaient. Les appareils du lavage sont toujours :

(*) Sur les mines de houille de Potschappel (Saxe), l'on emploie un crible fixe, à pompe foulante, pour former deux classes de menu charbon dont la densité moyenne est de 1,2 et de 1,6, et pour en séparer les parties impures, dont la densité est 2,3 à 2,6. La profondeur de la caisse est de 0m,62; le compartiment du piston a 1m,67 de longueur et 0m,43 de largeur; celui du crible a 1m,67 de longueur sur 1m,14 de largeur; le crible est à 0m,29 au-dessous du bord supérieur de la caisse. La course du piston est d'environ 0m,10; l'on donne 18 à 20 coups par minute, et 70 à 80 coups suffisent pour produire une séparation assez complète des rebuts et des deux qualités de houille menue.

Le même appareil était essayé, en 1841, pour le criblage du minerai de plomb, à Kurpring (Saxe), où la densité moyenne du minerai est de 7,3, et celle des gangues qui l'accompagnent de 4,3. Dans ces premiers essais, l'on obtenait de meilleurs résultats avec le crible moyen à 36 ouvertures qu'avec le gros crible à 25 ouvertures par pouce carré; mais l'avantage était encore du côté des cribles à secousses ordinaires. Il est vrai que l'appareil fonctionnait mal; l'on a dû le modifier depuis et faire de nouveaux essais, dont nous ne connaissons pas encore les résultats.

1° Pour les gros sables : la petite table mobile (sichertrog), la caisse à tombeau (schlammgraben) et la table à toiles (planenheerd);

2° Pour les sables fins et les schlamms : la table à secousses (stossheerd) et la table dormante (kehr heerd).

L'emploi du sichertrog devient de plus en plus restreint depuis que l'on est parvenu à cribler avec avantage les matières de $\frac{1}{8}''$ à $\frac{2}{3}'''$, qui étaient celles pour lesquelles le lavage au sichertrog convenait le mieux. Aussi cette dernière opération ne figure-t-elle pas dans l'exposé général de la méthode actuelle, quoiqu'on la pratique encore dans beaucoup d'ateliers.

Le schlammgraben a été reconnu préférable au sichertrog pour des grains de $\frac{2}{3}$ à $\frac{1}{3}'''$.

Le planenheerd est destiné à recueillir les parties métalliques qui ont passé dans les déchets du lavage au sichertrog et au schlammgraben. Les produits qu'il donne sont impurs, les aspérités des toiles retenant aussi bien des grains de gangue que de minerai; et cependant, toutes les tentatives faites jusqu'à présent pour renoncer à un procédé aussi imparfait, n'ont servi qu'à en faire constater l'utilité dans l'ensemble de la méthode usitée.

Le lavage à la table dormante est pratiqué avec tout le succès que comporte ce genre d'opérations.

Quant aux tables à secousses, il en existe fort peu dans les ateliers du Hartz. Avec des conditions locales différentes, il est très-probable qu'au moins une partie des schlammgrabens et des planenheerds seraient remplacés avec avantage par des tables à secousses, où le lavage des mêmes matières serait beaucoup plus rapide. Mais ici, le bas prix de la

main-d'œuvre permet d'appauvrir les derniers résidus de la préparation mécanique à un degré tel, que 1.000 parties de ces résidus sont indiquées ne contenir que de 5 à 9 de plomb et de 0,007 à 0,017 d'argent. Cette indication suffit pour montrer que l'on peut s'appliquer beaucoup plus qu'ailleurs à diminuer plutôt les déchets que la dépense en main-d'œuvre du lavage; et, à ce point de vue, l'on doit trouver que la manipulation minutieuse du lavage au schlammgraben, faite avec soin par des ouvriers très-exercés, donne de meilleurs résultats que le travail aux tables à secousses.

Observations générales sur la préparation mécanique des minerais métalliques.

Si l'on jette un coup d'œil général sur les améliorations qui ont été successivement introduites dans la préparation mécanique du Hartz, l'on reconnaît qu'elles ont toujours eu pour objet de mieux satisfaire aux conditions essentielles de la préparation des minerais métalliques qui consistent à obtenir le plus de minerai purifié possible par les opérations du triage et du criblage, et à limiter la trituration du minerai même qui ne peut s'enrichir que par le lavage, au degré strictement nécessaire pour qu'il puisse y avoir séparation des gangues et des parties métalliques (1). Parmi les moyens qui ont été adoptés dans ce but, plusieurs ont un caractère de généralité tel qu'il y a peu de

(*) Quelque incontestables que ces principes paraissent aujourd'hui, ce n'est pourtant que depuis une époque assez peu éloignée qu'ils ont été mis en évidence. En France, l'importance en a été signalée dans un mémoire où M. Berthier a discuté, à l'aide de la composition des divers produits, les résultats d'expériences faites à Pesey de 1803 à 1805 (*Annales des mines*, 1re série, tome III). — A Freiberg, les premiers essais concluants, qui aient

minerais auxquels ils ne puissent être utilement appliqués. Ainsi, à moins que l'on ait uniquement à traiter des minerais disséminés en parties très-fines dans leurs gangues, il doit y avoir généralement avantage à établir un triage très-soigné, de bonnes machines de classement, des cribles mécaniques et un procédé de triturations successives

---

conduit aux mêmes conséquences, ne remontent qu'aux années 1824 et 1825; ils ont prouvé que le bocardage à l'eau pratiqué jusqu'alors faisait perdre de 32 à 60 p. 0/0 de l'argent contenu dans les matières soumises au bocardage; que la plus grande partie de cette perte avait lieu dans le lavage des dépôts les plus fins du labyrinthe; et que le surplus (7 à 20 p. 0/0) était entraîné par les eaux perdues du labyrinthe des bocards (*Annuaire de Freiberg*, 1829). Depuis cette époque l'on est parvenu à réduire d'une manière notable les pertes de la préparation mécanique, au moyen de diverses modifications dont voici, en résumé, les plus importantes : 1° une partie du minerai qui était livrée au bocardage à l'eau a été soustraite à cette opération par un triage plus soigné, soit pour rentrer dans la classe du minerai à fondre, soit pour être grossièrement bocardé à sec et enrichi par le criblage. 2° L'on a bocardé séparément les minerais dont les gangues sont de duretés différentes. 3° En élevant la sole des bocards à eau, et en établissant un écoulement plus facile, généralement sur les deux grands côtés de l'auge à la fois, l'on a produit beaucoup plus de gros sable (häuptel) et moins de farine (todt-gepocht); il en est résulté, en même temps, une économie de près d'un tiers sur le temps nécessaire pour bocarder une quantité donnée de minerai. 4° Au moyen d'une meilleure disposition des labyrinthes, composés de canaux de plus en plus larges et suivis de bourbiers très-étendus, les dépôts se sont mieux classés suivant la grosseur des grains, et l'on a recueilli des schlamms assez riches qui étaient précédemment entraînés par les eaux. 5° Les tables à secousses (dans les conditions actuelles de ces appareils) ont été reconnues moins avantageuses pour les schlamms fins (sumpfshlämme) que les grandes tables dormantes de 20 pieds de longueur, et celles-ci ont été

qui permette d'enrichir encore par le criblage une partie du minerai pulvérisé, et qui produise le moins possible de schlamms fins. Les conditions locales, le prix élevé de la main-d'œuvre, semblent

---

généralement adoptées pour la concentration des dernières classes de schlamms.

Exemple de la préparation mécanique en Saxe

Comme un exemple de l'état actuel de la préparation mécanique en Saxe, j'extrais du Journal de voyage de M. de Marignac (1840) l'exposé de la série des opérations que l'on pratique pour le minerai de Alte Mord Grube, près de Freiberg. Ce minerai se compose de galène et de blende qui forment la partie principale du filon, et qui sont accompagnés de fahlerz, de pyrite cuivreuse, de pyrite de fer, de pyrite arsénicale, d'un peu de quartz et de braunspath et de beaucoup d'argile et de gneiss décomposé.

Dans la mine même l'on sépare autant que possible, pour les traiter à part, les fahlerz des autres minerais. Pour ceux-ci, l'on extrait séparément :

(1) le gros (gänge);
(2) le menu (grubenklein).

(1), cassé sur les haldes, est divisé en :

(3) mine à trier (scheide-erz);
(4) mine à bocard (poch-gänge).

Dans ce triage et dans les suivants l'on sépare aussi avec beaucoup de soin la pyrite arsénicale.

(3) va à l'atelier du scheidage, où l'on forme quatre classes :

A massif (derbes-erz);
(5) mine à cribler (setz-gänge);
(6) mine à bocard;
(7) débris du scheidage (scheine-mehl).

Pour chacune des classes A, (5), (6) l'on distingue trois sortes : galène, fahlerz, pyrite cuivreuse. Chaque sorte est traitée séparément dans les opérations ultérieures.

(2) passe au débourbage (abläntern) sur une grille mobile dont les trous ont 3 lignes de côté ; l'on obtient :

(8) minerai débourbé;
(9) graupens et gros sable;
(10) sable fin et schlamm.

devoir restreindre très-souvent l'application de ceux de ces moyens qui occasionnent une augmentation de dépense; mais il est aussi à remarquer qu'ils sont accompagnés d'une économie

---

(8) est soumis au triage et donne les mêmes produits que (3).

(9) est reçu dans un canal à fond ascendant où on le retourne plusieurs fois pour bien l'en séparer (10), puis il est livré au gros crible, dont les mailles ont 3 lignes de côté. Les levées du crible sont, outre le stérile :

(11) mine à bocard;
B mine à fondre (glauz-graupen); et l'on a de plus :
(12) dépôt de la cuve.

(12) passe au crible fin, dont les mailles ont 2 lignes de côté; les produits sont :

(13) mine à bocard;
C mine à fondre;
D dépôt de la cuve (fasserz).

(7) subit un tamisage à sec sur une grille qui a quatre trous par pouce carré;

(14) reste sur la grille,
(15) la traverse.

(5) et (14) sont soumis au bocardage à sec (kleinpochen) jusqu'à ce qu'ils traversent une grille dont les ouvertures ont 2 lignes et demie de côté. On les délaye alors dans un durchlass, afin de les débarrasser des parties fines qui sont entraînées dans le labyrinthe du bocard à eau, et on les traite par le criblage de la même manière que (9).

(15) est également débourbé au durchlass, et traité par le criblage il donne les mêmes produits que (9).

(10) est lavé sur une table dormante de 16 pieds; l'on en retire :

E schlich n° 1;
(16) déchets (unterfass).

(16) repasse sur la même table et est amené à l'état de

F schlich n° 2 (geringes-erz).

(4), (6), (11) et (13) sont bocardés à l'eau. Les dépôts u labyrinthe forment un grand nombre de classes; mais

notable qui est due au criblage mécanique opéré sur des matières mieux préparées pour ce travail; qu'ils abaissent les frais du lavage proprement dit, en diminuant la masse des matières à y soumettre; qu'ils réduisent de beaucoup les pertes que l'on ferait au bocardage à l'eau et au lavage; et que, de cette dernière circonstance résultent une production plus forte, par conséquent, une économie, dans les prix de revient, sur les frais généraux et sur les frais d'exploitation et, en outre, l'avantage important, au point de vue de l'intérêt général, de transformer en valeurs utiles une forte propor-

---

il suffit, pour indiquer le traitement ultérieur, de les diviser en :

(17) sables gros et fins et gros schlamms (häuptel, mittellschlamm, schlamm);

(18) schlamms fins (sumpfschlamm).

(17) est envoyé aux tables à secousses. Chacune des classes de (17) y est lavée séparément en deux tours et donne :

G schlich n° 3 (glanz).

Pendant la seconde lavée, ou mise au net, l'on recueille les déchets pour les repasser sur la table, et l'on en retire.

H schlich n° 4 (geringes-erz).

(18) est concentré sur des tables dormantes de 20 pieds et produit :

I schlich n° 5.

A, B, C sont soumis au bocardage à sec (trockenpochen) jusqu'à ce qu'ils traversent une grille qui a 38 trous par pouce carré, et livrés alors à la fonderie avec les autres produits D à I.

Des essais ont été faits en Saxe pour comparer le bocardage à sec des matières à cribler avec le bocardage grossier à l'eau, suivant la méthode adoptée au Hartz en 1826. Cette seconde manière de procéder, quoiqu'elle donnât un peu d'économie sur la main-d'œuvre, a été trouvée moins avantageuse, à cause d'une plus grande perte en argent. (*Annuaire de Freiberg*, 1840.)

tion des produits des mines métalliques. Toutes ces circonstances doivent êtres prises en grande considération, et elles conduiront généralement à apporter beaucoup plus de soins qu'on n'a coutume de le faire aux opérations du triage, du classement et des triturations successives; condition essentielle pour le succès du travail si avantageux des cribles mécaniques.

L'opération du criblage, au moyen de cribles fixes à pompe foulante, semble être aussi parvenue à prendre rang parmi les procédés les plus utiles et le plus généralement applicables de la préparation mécanique. En principe, l'avantage qu'on peut en attendre n'est pas douteux, et, d'après les communications les plus récentes, les difficultés pratiques qu'en présente l'application, seraient entièrement surmontées au Hartz, au point que ce moyen s'appliquerait à l'enrichissement de matières fines pour lesquelles le criblage ordinaire était imparfait.

La question n'est peut-être pas aussi avancée en ce qui concerne l'emploi *général* des cylindres broyeurs. Les bons effets que l'on en obtient au Hartz peuvent, en effet, tenir principalement à ce que les gangues dominantes sont tendres (chaux carbonatée, fer carbonaté, blende, schiste argileux, baryte sulfatée, etc.). Il est très-probable qu'avec les gangues dures et tenaces qui accompagnent si souvent les minerais métalliques, les appareils du Hartz éprouveraient une destruction trop rapide, sans rendre les mêmes services. Si les cylindres étaient eux-mêmes beaucoup plus durs, et toujours à surfaces unies, ils ne *mordraient* pas et tourneraient sous les matières à broyer, sans que celles-ci s'engageassent entre eux. Cet incon-

vénient disparaît, si l'on a recours à des cylindres à surface cannelée ou ondulée; mais il existe un autre danger. La pression qui maintient ces deux cylindres à la distance voulue, et qui est produite par l'action d'un contre-poids ou par l'élasticité d'un ressort, doit être d'autant plus forte que les matières sont plus difficiles à broyer, sans quoi, celles-ci passeraient librement entre les cylindres, en les écartant l'un de l'autre, et l'effet produit serait nul. D'un autre côté, en augmentant la pression, l'on augmente anssi les chances de rupture de l'appareil et de toutes les pièces servant à la transmission du mouvement. Avec les cylindres actuels, il n'est pas certain que les limites, entre lesquelles la pression devrait être fixée pour des minerais à gangues dures et tenaces, ne s'entre-croisent pas, ou que du moins la pression ne doive pas rester assez modérée pour qu'il faille repasser un grand nombre de fois les mêmes matières entre les cylindres, ce qui changerait entièrement l'économie du procédé.

Les exemples de cylindres broyeurs, qui sont à notre connaissance, sont plus propres à fortifier ces doutes qu'à les résoudre.

En Angleterre, où le procédé du broyage a pris naissance, et où il est extrêmement répandu, les bocards sont encore préférés aux cylindres broyeurs pour les minerais d'une trituration difficile. L'on en trouve des exemples dans la préparation mécanique des minerais de cuivre du Cornwall et du Devonshire, et des minerais de plomb du Cumberland (*), et dans celles des minerais de

(*) Mémoires de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont;

plomb du Yorkshire (*). Quelques-uns des minerais destinés à être criblés sont même cassés à la batte, notamment dans le Derbyshire, et c'est un fait très-digne de remarque que ce travail à la main, pratiqué dans le pays où la main-d'œuvre coûte le plus cher, où les procédés mécaniques sont le plus en usage, et où l'on trouverait plus de facilités que partout ailleurs pour faire confectionner des cylindres d'une qualité déterminée. Dans les ateliers du Flintshire que j'ai visités, l'on emploie des cylindres; mais les gangues sont de la chaux carbonatée, du schiste, du fer hydraté argileux, de la blende, etc., et elles n'opposent qu'une résistance assez faible à l'action des cylindres.

En résumé, sur cette question, pour les minerais qui se prêtent à être enrichis par le criblage, le broyage aux cylindres est, parmi les procédés connus, l'opération préparatoire qui satisfait le mieux, théoriquement, aux conditions d'un bon travail, puisqu'il permet de régler la trituration, de manière qu'elle cesse d'agir sur tous les fragments déjà réduits à une grosseur déterminée; mais l'expérience n'a pas encore appris (du moins d'après les données qu'il m'a été possible de recueillir) de quelle manière ce procédé serait applicable au traitement de minerais *à gangues dures et tenaces*, et quels seraient les résultats économiques de cette application, comparée soit aux bocardages successifs, à l'eau, de la méthode du Hartz (1826),

---

Annales des mines, 1re série, tome X, page 421, et tome XII, page 366.

(*) Mémoire de MM. Coste et Perdonnet; *Annales des mines*, 2e série, tome VII, page 13.

soit au bocardage à sec de la méthode de Freyberg.

Les machines de débourbage et de classement du Hartz (rätter) sont préférables à la plupart de celles que l'on emploie dans d'autres localités; l'opération occasionne moins de frais de main-d'œuvre que les grilles fixes en cascade (fallwäsche), et le classement est beaucoup plus parfait qu'avec les caisses à secousses (kippwäsche) de la Saxe. L'inclinaison la plus convenable des caisses du rätter doit être déterminée, par expérience, entre les limites où l'opération serait trop lente et celles où les matières descendraient avec une trop grande vitesse pour qu'elles pussent tomber verticalement par les trous des grilles. Il faut, en outre, que le trajet à parcourir sur chaque grille soit assez long; il peut arriver, sans cela, que beaucoup de fragments, en atteignant l'extrémité inférieure, sans être venus correspondre assez exactement aux vides plus grands qu'eux, et par conséquent, sans avoir trouvé l'occasion de s'échapper au travers. Cet inconvénient n'est pas purement hypothétique; mais avec les meilleures machines du Hartz, chaque classe renferme toujours des fragments qui devraient se trouver dans la classe précédente. Si l'on voulait augmenter beaucoup la longueur des grilles, les rätters deviendraient très-encombrants et ils exigeraient une force motrice beaucoup plus grande.

Aucune disposition ne me paraîtrait plus convenable pour opérer, en même temps que le débourbage, un bon classement, suivant la grosseur des grains, que celle du trommel, à surface hélicoïdale, employée à Horhausen, près Sayn,

pour le débourbage du minerai de fer (*). Pour l'appliquer à cet usage, il suffirait (ainsi que le font observer MM. Daubrée et Declerck dans la description qu'ils ont donnée de cet appareil) de diviser la longueur du cylindre en plusieurs parties, et d'adopter, pour les barreaux des différentes parties, un écartement de plus en plus grand, à partir de la base où se trouve la porte de chargement. La cuve serait plus profonde qu'à Horhausen; elle serait séparée en plusieurs compartiments par des cloisons correspondant aux divisions du cylindre, et ne laissant autour de celui-ci que le jeu nécessaire pour que le mouvement n'en fût pas gêné.

La loi de variation, à laquelle la distance des barreaux devrait être soumise, est facile à établir. Soient e et E l'écartement des barreaux pour deux parties consécutives du cylindre (ce seront les limites extrêmes des diamètres des fragments reçus dans le même compartiment); soient d et D les densités de la gangue et du minerai. Pour qu'au criblage les plus petits grains de minerai puissent se séparer des plus gros grains de gangue, il faut que l'on ait

$$eD > Ed, \qquad \text{d'où } E < \frac{D}{d}e.$$

Lorsqu'on aura fixé l'écartement minimum pour la première partie du cylindre, l'on déterminera celui de la seconde, de manière à satisfaire à cette relation. L'écartement de la troisième partie du cylindre se déduira de même de celui de la seconde et ainsi de suite.

(*) Atlas du mineur et du métallurgiste, 1re année, page 4, planche 16.

Sur l'une des faces latérales de la cuve, chaque compartiment aurait un orifice d'écoulement, par lequel les divers dépôts seraient amenés dans une caisse à fond ascendant (durchlass); l'on y achèverait le débourbage des matières classées.

Les détails de la construction seraient d'ailleurs susceptibles de recevoir diverses modifications sur lesquelles l'expérience aurait bientôt prononcé. Au lieu de changer la disposition des barreaux pour chaque partie du trommel, l'on pourrait, par exemple, les faire courir sur toute la longueur du cylindre, en leur donnant une largeur décroissante, de manière à en augmenter l'intervalle, ou bien prendre des barreaux d'une largeur uniforme, et les placer suivant les arêtes d'un tronc de cône. L'une ou l'autre de ces deux dernières dispositions paraîtrait surtout convenir au cas où les différences de densité seraient faibles, et où il importerait d'établir avec précision de faibles différences dans l'écartement des barreaux.

L'effet d'un trommel, qui serait approprié à l'opération du classement, et qui aurait, comme celui de Horhausen, un diamètre de $0^m,90$, et huit spires à claire-voie d'un pas de $0^m,24$, serait comparable à celui d'un ensemble de grilles de plus de 21 mètres de longueur, tandis que le chemin parcouru sur toutes les grilles d'un rätter n'est que de 2 à 3 mètres. Enfin, le trommel offrirait, sur les machines actuelles, l'avantage de mieux s'accorder ainsi avec le bon emploi de la force motrice (*).

(*) Lorsque je proposai ici des modifications propres à rendre le trommel applicable au débourbage et au classement des minerais métalliques, j'ignorais que l'application

Application de quelques-uns des procédés décrits à la préparation des minerais de fer.

Le projet d'essayer, pour la préparation mécanique des minerais de plomb, de cuivre, etc., un procédé déjà en usage pour l'épuration des minerais de fer, conduit naturellement à rechercher si le traitement de ceux-ci ne pourrait pas profiter, à son tour, des perfectionnements introduits dans les méthodes que l'on suit pour les premiers.

La préparation mécanique des minerais de fer n'a généralement consisté jusqu'à présent qu'en un simple débourbage; les autres opérations d'enrichissement étaient regardées comme devant occasionner des frais que ne comporterait pas la faible valeur des produits. Il a dû réellement en être ainsi jusque dans ces derniers temps; mais l'économie avec laquelle l'on parvient maintenant à pratiquer quelques-unes de ces opérations, tend de plus en plus à les rendre applicables à l'industrie du fer; tandis qu'en même temps, le prix croissant des combustibles peut justifier davantage une augmentation de dépenses, qui aurait pour objet de diminuer les consommations.

Le rendement moyen des minerais de fer traités en France n'atteint pas 35 p. o/o; la proportion des matières stériles, soumises à la fonte, est donc certainement beaucoup plus considérable que ne l'exigerait la production de la quantité de

---

s'en faisait déjà au traitement de la galène et de la calamine de la Silésie. M. Delesse, qui a publié sur ce traitement quelques dessins dans l'Atlas du mineur et du métallurgiste (5e et 6e année), possède en outre une collection très-complète de plans de construction et de documents qu'il a eu l'obligeance de me communiquer, et dont la publication prochaine sera d'autant plus intéressante qu'ils conduiront, suivant toute apparence, à améliorer aussi la préparation mécanique d'une classe nombreuse de minerais de fer de la France. E. H.

laitiers nécessaire pour la bonne allure des hauts-fourneaux ; de plus, une partie importante de ces matières stériles ne se trouve pas à l'état de combinaison chimique dans les minerais. La classe la plus nombreuse des minerais de fer se compose de grains ou de fragments mélangés de nodules calcaires ou siliceux ; quelques-uns sont accompagnés de fragments de schiste, qui les rendent beaucoup plus réfractaires, tout en les appauvrissant. La différence des densités de ces gangues et des minerais mêmes est, à la vérité, assez faible ; mais, le plus souvent, elle est encore telle, que, suivant toute apparence, la séparation en serait possible, au moyen d'opérations convenablement appliquées. Celles dont l'essai me paraît le plus à conseiller sont le débourbage et le classement au trommel modifié et le criblage des diverses classes de minerai débourbé.

L'emploi du trommel donnerait lieu à une économie, partout où l'on pratique, sur l'usine même, un débourbage définitif au moyen de lavoirs à bras; en outre, il produirait, sans nouvelle dépense de main-d'œuvre, un classement qu'il importerait de rendre assez rigoureux, par la construction même de l'appareil.

Le criblage se ferait soit au moyen d'un crible mécanique à secousses, soit sur un crible fixe à pompe foulante. L'une et l'autre de ces machines exigent peu de frais d'établissement; le travail y est rapide, et elles ont le grand avantage de ne réclamer aucune habileté de la part des ouvriers qu'on y emploie. Il faut seulement qu'elles soient établies avec soin, et que l'on détermine, par quelques tâtonnements, quels sont l'amplitude de la course (du crible ou du piston), le nombre

des coups et l'épaisseur des tranches à lever sur le crible, qui conviennent le mieux pour chaque sorte de minerai.

D'après les résultats généraux consignés dans le dernier compte rendu, la consommation en combustibles de toute espèce représente moyennement, en France, une valeur de 91f,40 par 1.000 kilog. de fonte produite. Il ne paraît pas y avoir exagération à supposer que l'on puisse souvent enrichir de plus d'un dixième le mélange à fondre; la dépense en combustibles serait alors réduite d'au moins 8f,30, abstraction faite de ce que le minerai serait souvent d'autant plus fusible, qu'il serait plus riche. Il est présumable que, dans beaucoup de cas, cette économie ne serait pas entièrement absorbée par les frais qu'exigerait une meilleure préparation des minerais, et, lors même qu'il en serait ainsi, il resterait encore l'avantage d'augmenter la production journalière et de rendre disponible une partie du combustible actuellement nécessaire pour la fabrication d'une quantité donnée de fonte.

Sans doute, la valeur de ces conjectures est entièrement subordonnée aux résultats d'expériences positives; mais je les crois assez fondées pour qu'il soit désirable de voir entreprendre quelques essais de ce genre; et, lorsqu'on recherche, avec tant de raison, tous les moyens qui tendent à diminuer la consommation des combustibles, employés dans la fabrication du fer, il y aura peut-être quelque importance à ne pas négliger ceux que peuvent fournir les progrès obtenus dans les méthodes les plus parfaites de la préparation mécanique des minerais métalliques.

PRÉPARATION MÉCANIQUE

De la calamine et de la galène dans la haute Silésie.

Par M. ACHILLE DELESSE, Aspirant-Ingénieur des mines.

Depuis quelques années la préparation mécanique et le lavage du minerai de zinc et de plomb ont fait de très-grands progrès dans la haute Silésie; c'est à M. le bergmeister de Carnall, l'un des ingénieurs les plus distingués avec lesquels je me sois trouvé en relation pendant le cours de mon voyage dans cette portion de l'Allemagne, que revient tout l'honneur de ces perfectionnements. Je vais essayer de faire connaître d'après les renseignements qu'il m'a communiqués comment sont construits les nouveaux appareils qu'on emploie pour le lavage de la galène et de la calamine; je donnerai ensuite la description du travail, je ferai connaître son organisation et les résultats obtenus, enfin je terminerai en comparant le nouveau procédé avec l'ancien.

Occupons-nous d'abord du minerai de zinc et de la préparation mécanique de la *calamine;* cette préparation est plus simple que celle de la *galène*, car, comme on doit surtout chercher à éviter que la calamine se réduise en menu, ce qui diminuerait considérablement sa valeur commerciale, on la soumet au plus petit nombre possible d'opérations.

PREMIÈRE PARTIE.

PRÉPARATION MÉCANIQUE DE LA CALAMINE.

Gisement de la calamine.

Pour se rendre bien compte des difficultés qu'il faut vaincre dans le lavage de la calamine, il est nécessaire de dire quelques mots sur sa position géologique. M. Callon, dans un mémoire publié dans les *Annales des mines* (3e série, tome XVII), s'est déjà occupé de cet objet ; pour éviter toute répétition, je m'abstiendrai de reproduire aucune partie de ce travail que je suppose connu ; je m'étendrai surtout avec détail sur la construction de la laverie et sur les résultats obtenus par le nouveau procédé depuis le voyage de M. Callon dans la Silésie.

Des observations géologiques récentes faites principalement par M. de Cornall ont appris que la *calamine blanche* et la *calamine rouge* ont chacune un mode de gisement particulier.

Calamine blanche.

La calamine blanche se présente comme une couche ; son épaisseur varie peu et son inclinaison est très-faible ; le plus ordinairement son *toit* est une argile plastique ; quant à son *mur*, il est formé par le muschelkalk, toutefois il n'y a pas de séparation tranchée entre la calamine et le muschelkalk ; ce dernier est d'abord très-argileux et carié comme s'il avait été corrodé par un liquide ; il contient même des amas irréguliers de calamine et une argile zincifère ; mais quand en s'enfonçant on est arrivé à un muschelkalk compacte et à cassure conchoïde, on ne trouve plus de calamine.

L'épaisseur du gîte de calamine blanche peut aller jusqu'à 3m,30, mais le plus ordinairement elle n'est que de 0m,60 à 1m,25, et elle se réduit

même à quelques centimètres; généralement le minerai forme des bandes de $0^m,03$ à $0^m,15$, intercalées dans une argile jaunâtre ou grise qui contient elle-même des rognons de calamine : dans quelques endroits l'exploitation peut avoir lieu à ciel ouvert, mais le plus ordinairement il faut traverser 11 à 15^m pour atteindre le gîte, et du reste il ne se trouve jamais à plus de 23 ou de 28^m de la surface.

La calamine rouge occupe peu d'étendue et ne présente presque jamais les caractères d'une couche, mais elle se trouve en amas puissants, à la limite d'une dolomie qui, ordinairement, repose elle-même sur le muschelkalk; la calamine est engagée très-irrégulièrement dans la dolomie par laquelle elle est quelquefois complétement recouverte, mais le plus souvent le toit est formé d'argile : la puissance du gîte peut être de 11 et même de 15^m, mais elle est très-variable, souvent elle a 5 et 9^m; cependant quand le toit est formé par de la dolomie elle a au plus 4^m. Calamine rouge

Lorsque la calamine rouge est en contact avec la calamine blanche, elle lui est toujours superposée, et elle peut même la recouvrir, mais on remarque qu'alors elle est moins riche; même dans ce dernier cas la calamine blanche ne s'étend jamais au-dessous de la dolomie : du reste elle n'est presque jamais en contact avec elle, et les points où elle a le plus de puissance sont toujours éloignés de la dolomie et de la calamine rouge.

C'est principalement la calamine rouge qui est employée pour la fabrication du zinc, et elle représente les $\frac{2}{3}$ ou même les $\frac{3}{4}$ de la quantité totale de calamine exploitée dans la haute Silésie.

Occupons-nous maintenant de la préparation Mine de Scharley

mécanique de la calamine à la mine de Scharley; et d'abord comme elle se fait au moyen d'une série d'appareils assez compliqués, il est nécessaire de les étudier.

Description des appareils. fig. 1, Pl. XII.

Le bâtiment dans lequel s'exécute la préparation mécanique se trouve à une petite distance de la mine, à laquelle il se relie du reste par un chemin de fer; il a été construit dans un endroit où on pouvait disposer d'une chute de $5^m,65$, fournissant $3^m,70$ à $3^m,85$ d'eau par minute; le dessin, *fig.* 1, *Pl. XII*, en représente le plan général.

Roue motrice. Fig. 1, Pl. XII.

La roue motrice est une roue à augets *aa*, ayant $5^m,02$ de diamètre et faisant 12 tours par minute; il lui faut pour mettre en mouvement tout le système des appareils un peu plus de 3^{mc} d'eau par minute, ce qui représente une force de $2\frac{1}{2}$ à 3 chevaux-vapeurs, en supposant que la roue rende seulement $0^m,75$ d'effet utile.

Cette roue fait aller quatre sortes d'appareils, savoir : des *trommels*, une *roue de séparation*, un *rätter* et des *tamis à secousse*. La quantité d'eau nécessaire pour le service de ces diverses machines est de $0^{mc},63$ par minute.

1° Trommels. Fig. 2 et 3, Pl. XII et XV.

Examinons d'abord quel est le mode de construction des trommels. Il est facile de voir (*fig.* 1 et 2) comment l'arbre principal *bb* communique un mouvement de rotation à leur axe au moyen d'un engrenage conique *cc*.

Chaque trommel est à moitié plongé dans l'eau; il est formé d'une partie pleine et d'une partie à claire-voie; son axe est en fer, la partie pleine est en forte tôle, la partie à claire-voie est formée par des barreaux en fer de $0^m,012$ d'épaisseur, espacée de $0^m,006$ depuis *d* jusqu'en *e*, et de 0,012 depuis *e* jusqu'en *f* : dans l'intérieur il règne une couronne

hélicoïdale qui amène le minerai jusqu'en *e*; de là il se rend dans le cylindre en bois *ee'f'ff''e''*; comme en vertu de son poids il se tient toujours à sa partie inférieure, lorsqu'après une révolution entière du trommel l'ouverture *h* se présente dans la verticale, il tombe dans le deuxième cylindre à claire-voie, qui est d'un rayon plus grand que le premier, et il en sort après un tour entier par une ouverture trapézoïdale pratiquée en *i* à la tête du trommel.

Il est facile de voir, sur la *fig.* 3, *Pl. XII*, comment ce résultat est produit au moyen de la cloison inclinée *i'l''* qui est placée à côté de l'ouverture *h*, et qui ne fera sortir les morceaux de minerai que lorsqu'elle sera voisine de sa position verticale supérieure.

2° Roue de séparation, Fig. 5 et 6. Pl. XII et XIV.

La roue de séparation est un appareil de triage à rotation qui a été inventé par M. de Carnall; les premiers essais qu'il fit réussirent très-bien pour des minerais ayant une certaine grosseur, mais pour le menu la séparation ne s'effectua presque pas; ayant fait diverses expériences dans des appareils cylindriques à rotation plus ou moins analogues à celui-ci, il n'obtint pas de meilleurs résultats; cela tenait à ce que le sable qui accompagne la dolomie se pelotonnant avec le minerai et l'eau employée pour le lavage formait une pâte qui adhérait à la circonférence de la roue, et retenait avec elle la plus grande partie du sable qui aurait dû traverser la portion à claire-voie. M. de Carnall essaya de remédier à cet inconvénient en donnant plus d'eau à l'appareil, mais ce fut en vain; il eut alors l'heureuse idée de diriger une lame d'eau sur la circonférence de la roue et il obtint toujours les résultats les plus satisfaisants,

car le choc de l'eau détruit les petits pelotons de pâte sableuse, qui adhèrent à la surface du treillage, et le sable se sépare alors très-facilement.

L'appareil employé à Scharley est représenté *fig*. 5 et 6, *Pl. XIII* et *XIV*; il reçoit son mouvement de l'arbre principal au moyen d'une chaîne sans fin, et il fait 9 $\frac{1}{2}$ tours par minute. Il est en quelque sorte formé de deux roues différentes qui sont accolées; le premier compartiment reçoit par le conduit *j* le minerai qui a traversé la portion à claire-voie des trommels; il est formé par une couronne cylindrique à fond de bois $kk'k''k'''$; elle présente deux cloisons inclinées telles que ll' qui sont à 180° l'une de l'autre, et ont même hauteur que la couronne cylindrique. On conçoit alors que par suite du mouvement de rotation de la roue de séparation le minerai, qui en vertu de son poids se tient en kk', sera entraîné lorsque la cloison ll' se présentera; il glissera sur le plan incliné qu'elle forme, et pénétrera par l'ouverture *m* dans le
Fig. 6, Pl. XIV. deuxième compartiment de la roue : cela aura évidemment lieu deux fois pendant un tour de l'appareil.

Quant au deuxième compartiment il forme une couronne cylindrique fermée; la surface intérieure est en bois, tandis que la surface extérieure est à claire-voie et formée par des fils de fer de 0^{m},005 de diamètre distants de 0^{m},003. Arrivé dans ce deuxième compartiment le minerai est d'abord entraîné sur le treillage, mais la lame d'eau qui s'échappe par le conduit en fonte le débarrasse complétement du sable et du menu qui l'accompagne; après un demi-tour de la roue il est entraîné par la cloison en bois *n*, et bientôt il tombe en vertu de son poids par l'ouverture *p*; ce mine-

rai est reçu sur un plan incliné qui l'amène en *r* sur le sol de l'usine.

Du reste si on a placé deux ouvertures *p* et *p'* à 180° l'une de l'autre, c'est afin que la calamine ne reste dans le deuxième compartiment que pendant un demi-tour de roue, et que par suite elle ne se réduise pas trop en menu dans l'opération.

3° Ratter Fig. 1 et 5.

Quant au rätter *ss*, il est semblable à ceux du Hartz et ne présente rien de particulier dans sa construction : comme c'est une machine connue de tout le monde, je ne m'arrêterai pas ici à en donner la description ; je ferai seulement observer qu'il reçoit 72 secousses par minute ; de plus sa table est formée de trois portions à claire-voie, la première est formée par des fils de fer parallèles écartés de 0m,004 ; les deux autres par des treillages en fil de fer présentant des trous carrés qui ont respectivement 0m,005 et 0m,007 de côté.

Le rätter a du reste de très-grands inconvénients, il travaille fort lentement et demande souvent des réparations.

4° Tamis à secousse. Fig. 1, Pl. XII.

Enfin il y a encore 8 tamis à secousse *t*, qui sont aussi organisés comme ceux du Hartz ; ainsi ils reçoivent leur mouvement de l'arbre principal au moyen de deux arbres secondaires *uu'*, *vv'*, munis de leviers allant frapper sur les perches élastiques *x'xx* qui portent les tamis ; ils peuvent recevoir 144 chocs par minute.

Tels sont les divers appareils qui servent au lavage de la calamine à Scharley ; occupons-nous maintenant du personnel employé pour la manœuvre de ces divers appareils.

Personnel.

Ce personnel se compose d'un contre-maître ou *waschsteiger*, ayant sous ses ordres un certain nombre d'ouvriers qu'on divise en trois

classes : 1° les tamiseurs (*setzer*) qui surveillent le travail des tamis à secousse; quand les tamis ne vont pas on les emploie aux transports sur le chemin de fer; 2° quatre chargeurs (*einschläger*) qui font le service des trommels; deux d'entre eux déchargent les wagons pleins de minerai qui arrivent par le chemin de fer, les deux autres chargent le minerai dans les trommels; 3° enfin on occupe aussi moyennement quinze à vingt jeunes gens (*klaubeiungen*) pour le triage du minerai, pour le service des tamis, et pour les transports à la brouette qu'on est obligé de faire de l'intérieur à l'extérieur de la laverie.

Les premiers ouvriers reçoivent. .	1,f000,
Les deuxièmes.	0,937,
Les troisièmes.	0,625.

Description du travail.

Maintenant il nous sera facile de passer en revue la série de opérations auxquelles on soumet le minerai de zinc avant de le traiter dans les usines, et dont l'ensemble constitue la *préparation mécanique*.

Triage.

D'abord la calamine subit un premier *triage* à la mine et sur le lieu même de son exploitation : ce triage donne ce qu'on appelle le *stuck galmei*, qui est de la calamine à peu près pure en morceaux de la grosseur du poing, et même plus gros. Une partie de la calamine rouge, celle qui est la plus compacte, est assez pure pour être envoyée à l'usine immédiatement, et sa richesse en zinc est de 30 à 50 p. $\frac{0}{0}$. Ce qui reste, calamine rouge ou blanche, est rangé sur une aire par tas de 50 kil., et exposé pendant un ou deux mois à l'action de l'air atmosphérique et de la pluie, qui le débarrassent d'une partie de l'argile et de la dolomie;

le temps pendant lequel le minerai doit être ainsi exposé dépend de la saison, mais il ne dépasse jamais trois mois ; quand on juge qu'il est suffisant on fait un triage à la main des gros morceaux, et on retire avec un râteau, dont les dents sont espacées de $0^m,05$, les morceaux qui sont plus petits ; au besoin, on enlève avec un couteau les portions argileuses ou dolomitiques qui sont restées adhérentes ; le minerai provenant de ce nouveau triage, qui porte aussi le nom de *stuck galmei*, peut être également traité de suite dans les usines à zinc.

Quant au menu de la mine ou *grubenklein*, il est aussi soumis à une opération préliminaire qui a pour but de le débarrasser autant que possible de l'argile qui l'accompagne ainsi que des morceaux de toit ou de mur qui, dans l'extraction, se mélangent toujours avec le minerai. Pour cela on le débourbe en le remuant au moyen d'un râteau dans de larges caisses en bois (*waschgraben*) ; quand le minerai est seulement mélangé d'argile on l'agite à plusieurs reprises dans divers tamis très-fins et qu'on manœuvre à la main ; on les plonge dans l'eau et on les fait tourner horizontalement, alternativement dans un sens et dans l'autre ; quand le minerai est mélangé de gangue calcaire ou dolomitique, on emploie au contraire un tamis suspendu à l'extrémité d'une perche élastique. Débourbage.

Quoi qu'il en soit, toute cette manipulation n'est que préparatoire, et on conçoit que le *grubenklein* n'est encore qu'un minerai très-impur. On met donc dans des wagons le *grubenklein* et le résidu de l'opération qui a donné le *stuck galmei*, et un chemin de fer les amène à la laverie de Scharley ; on a seulement bien soin de ne pas mêler

la calamine rouge avec la calamine blanche.

Le poids du *grubenklein* est assez variable ; cependant généralement il est compris entre les nombres suivants :

1 m. c. calamine rouge pèse. .	13q.m.,31	à	14q.m.,82
id. blanche *id.* .	11 ,49	à	12 ,85

Il faut maintenant examiner de quelle manière s'exécute le travail au moyen des divers appareils qui composent l'usine de Scharley ; mais afin de faciliter l'intelligence de la description, il convient d'abord de jeter les yeux sur le tableau suivant qui résume toutes les opérations qu'on exécute :

TABLEAU

Résumant la préparation mécanique à Scharley.

LA MINE DONNE :

- Calamine rouge.
- Calamine blanche.

Va dans les Trommels, d'où

- Klaubewerk. d'où
  - *Calamine.*
  - Gangue.
  - Menu des tables
- Menu des trommels.
- *Schlamm.*

(Menu des tables et Menu des trommels :) Va dans la roue de séparation, d'où

- *Calamine rouge.*
- Calamine blanche.
- *Aftern.*
- *Schlamm.*

(Calamine blanche :) Va sur le Rätter, d'où

- Setzkorn.
- I.
- II.
- III.
- *Aftern.*

(I., II., III. :) Va aux tamis à secousse, d'où

- *Calamine.*
- *Fassforrath.*
- Gangue.

(*Fassforrath* et *Aftern* du Rätter :) Ces résidus sont traités quand le zinc est à un prix élevé; ils rendent de 7 à 10 p. o/o.

(*Aftern* et *Schlamm* de la roue de séparation, *Schlamm* des Trommels :) Se rend dans des bassins de dépôt, d'où on l'extrait une fois par an; il donne 4 à 6 p. o/o de zinc.

Travail à la laverie de Scharley.

Le minerai ou *grubenklein*, qui a été chargé dans le wagon, tombe en α, sur un plancher élevé de 2 mètres au-dessus du sol de l'usine, les deux ouvriers le chargent immédiatement dans les *trommels* par les entonnoirs g, qui reçoivent en même temps de l'eau en abondance. On emploie autant que possible, surtout pendant l'hiver, de l'eau de condensation provenant d'une machine à vapeur d'épuisement, qui se trouve à proximité, car le lavage se fait alors beaucoup mieux.

La moitié environ de l'eau, tenant en suspension la plus grande partie des schlamms, ressort à la partie antérieure du trommel, se rend dans le réservoir β, puis dans le conduit γ, qui l'amène dans des bassins de dépôt très-larges et très-profonds. On est donc débarrassé de suite des schlamms qui gêneraient beaucoup pour les opérations ultérieures du lavage.

Quant au minerai qui a été chargé dans le trommel, il est poussé par la surface hélicoïdale, il se rend dans les cylindres à claire-voie, et une portion ressort par l'ouverture i à sa partie antérieure. On donne à ce produit du lavage le nom de *klaubewerk*. Un plan incliné le reçoit et le conduit sur des tables en fonte ζ, présentant des trous carrés de 0m.026 de côté. Il est composé en grande partie de calamine pure, surtout quand on opère sur de la calamine rouge; cependant il y a encore de l'argile adhérente ou des morceaux de gangue; des jeunes gens enlèvent toutes ces matières étrangères, en lavant les morceaux ou en les raclant avec un petit grattoir, ou enfin en employant le marteau. Le minerai qui sort de leurs mains, ainsi que la gangue qui a été séparée, sont

transportés à la brouette hors de la laverie, et le minerai est mis en tas pour être vendu.

Le menu que donne l'opération précédente traverse les trous carrés de $0^{m},025$, qui sont pratiqués dans la table ζ, et se rend dans une fosse de laquelle on l'extrait de temps en temps pour le faire passer à la *roue de séparation*.

Quant au menu qui peut traverser la portion à claire voie des trommels, il est entraîné par l'eau dans le réservoir ε, et amené par le conduit *j* dans la *roue de séparation*; de petites portes placées à l'orifice du réservoir ε permettent d'ailleurs de régler la quantité d'eau et d'augmenter au besoin la rapidité du courant, de manière que tout le minerai soit entraîné; l'ouvrier doit, d'un autre côté, avoir soin de les ouvrir convenablement, afin qu'il ne se produise pas d'engorgements.

Supposons le menu des trommels arrivé par le conduit *j*, dans la roue de séparation; pendant un demi-tour de la roue, il reste à la partie inférieure en *kk'*, et dans le premier compartiment, dans lequel il est agité avec l'eau qui arrive du conduit; puis la cloison *ll'* l'entraîne dans le deuxième compartiment, où il se divise en deux parties. La première partie, qui est la plus ténue, entraînée par l'action de la lame d'eau, traverse les vides laissés par les fils de fer, et se rend dans le coursier θ au-dessous de la roue; au moyen d'une petite porte *x*, on peut régler à volonté le mouvement de l'eau dans ce coursier, et empêcher que les parcelles métalliques ne soient entraînées par un courant trop rapide. Un ouvrier muni d'une pelle est constamment occupé à ramener vers la roue le menu qui a traversé le treillage, et qui se trouve dans le conduit λ;

il le débarrasse ainsi complétement des matières boueuses qui l'accompagnent encore, et il le rejette à mesure sur le sol de l'usine; on donne à ce produit du lavage le nom d'*aftern*; sa richesse est de 7 à 10 pour o/o. Quant aux schlamms qui sont entraînés par le courant, ils se rendent par le conduit λ ou par le petit canal μ dans des bassins de dépôt, d'où on les extrait ordinairement une fois par an. Ils sont principalement formés d'argile zincifère; leur richesse est de 4 à 6 p. o/o de zinc.

La portion de minerai qui n'a pu traverser le treillage de la roue de séparation, est rejetée à chaque demi-tour de la roue, par les ouvertures *p* et *p'*; elle tombe sur le sol de la laverie.

Quand on traite de la calamine rouge, le produit qu'on obtient ainsi est pur et peut être immédiatement livré aux usines; mais quand on opère sur de la calamine blanche, ce même produit est encore mélangé de calcaire et surtout d'une argile qui a résisté aux nombreuses manipulations auxquelles le minerai a été soumis. L'expérience a appris qu'en multipliant encore le nombre des appareils cylindriques à rotation, on ne parvenait pas à un meilleur résultat, ou que, du moins, c'était compensé par le déchet éprouvé; c'est pourquoi on a eu recours au *rätter* : quoique ce soit un instrument assez imparfait, son emploi permet cependant de faire tomber sur le minerai une grande quantité d'eau, et c'est surtout ce qui est nécessaire ici.

Il répartit le minerai en quatre grosseurs différentes, on donne encore le nom d'*aftern* à la plus petite variété; elle est entraînée par le canal ν, dans le bassin qui reçoit les *aftern* de la roue de

séparation, qui sont cependant de dimension plus petite, et on ne lui fait plus subir aucune opération.

Quant aux trois autres variétés qui sont désignées sous le nom de *setzkorn* I, II, III, elles sont traitées sur les *tamis à secousse*; l'argile schisteuse et les portions calcaires ou dolomitiques sont alors amenées à la surface par le mouvement des tamis, tandis que la calamine gagne le fond.

On conçoit du reste que dans ce travail le frottement du minerai doit en faire tomber des parcelles dans le tonneau où joue le tamis; on donne à ce produit du lavage le nom de *fassforrath;* il a une richesse de 7 à 10 p. 0/0.

Il est inutile d'ajouter ici que quand la calamine rouge contient de la dolomie, le minerai, rejeté par les ouvertures *p* et *p'* de la roue de séparation, est traité comme on vient de l'indiquer pour la calamine blanche, c'est-à-dire d'abord sur le *rätter*, puis dans les *tamis à secousse*; mais en tout cas le travail de ces divers appareils se fait très-rapidement et avec beaucoup plus de facilité. Du reste, il est rare, surtout à Scharley, que la calamine rouge contienne de la dolomie, car comme une grande partie de l'exploitation se fait à ciel ouvert, on peut séparer les roches qui forment le toit ou le mur, plus aisément qu'il n'est possible de le faire dans une mine.

Enfin il faut observer que l'emploi du *rätter* se restreint de plus en plus, car il n'est bien nécessaire que pour une petite partie de la calamine blanche, et tout l'avenir de l'exploitation du zinc dans la Silésie repose principalement sur la calamine rouge.

Tel est l'ensemble des opérations auxquelles on soumet le minerai de zinc à l'usine de Scharley. Voyons maintenant quels sont les résultats généraux qui ont été obtenus.

Résultats généraux.

Dans un essai tenté en mai 1841, pour rechercher quelle était la quantité maximum de minerai lavé qu'on pouvait préparer en faisant manœuvrer les divers appareils, on a reconnu qu'en 9 heures 1/2 de travail il est possible de traiter 90 mètres cubes de calamine rouge, ce qui rendait 33^{m},37 de *waschgallmei*, c'est-à-dire de minerai en morceau provenant des trommels, de la roue de séparation et des tamis; par conséquent, sans tenir compte des *aftern* et des *schlamms*, cela fait 3^{m},93 de *waschgallmei* par heure de travail.

Quand on traite de la calamine blanche, la production est diminuée de moitié, ce qui tient surtout à ce que le *rätter* travaille avec lenteur.

L'expérience a appris que le poids du mètre cube de *waschgallmei*, provenant de la calamine rouge et tel qu'il sort de l'usine, est environ de 13^{m},48; mais, pour avoir le poids réel du minerai, il faut retrancher à peu près le dixième de ce nombre, à cause de l'eau qui imbibe la calamine; on peut donc admettre 12$^{q.m.}$,15 pour le poids du mètre cube de waschgallmei dans l'état où on le vend aux usines à zinc.

Pour donner une idée des résultats obtenus par l'usine de Scharley pendant une année entière de travail nous prendrons l'année 1840, pendant laquelle il y a eu 255 jours d'activité, c'est-à-dire à peu près 10 mois 1/2.

On a traité :

Calamine rouge. . . .	9.431$^{m.c.}$	1.3023$^{m.c.}$
Calamine blanche. . .	3.592	

On a obtenu :

Waschgallmei.		
1° *Klaubewerk* des trommels. . . .	1.673 m. c.	3.798 m. c.
2° *Calamine rouge* rejetée par la roue de séparation.	1.730	
3° *Calamine blanche* des tamis à secousse. .	395	
b. *Aftern*.		2.037
c. *Schlamms* pouvant être traités pour zinc.		2.547
Somme totale.		8.382

Ainsi, en 1840, l'usine de Scharley a préparé 8.382 mètres cubes de minerai pouvant être traité pour zinc, et représentant un poids qu'on doit évaluer à environ 103.160 quint. métr., dont 46.422 q. m. pour le *waschgallmei*, et 56.738 pour les *aftern* et les *schlamms*. Par conséquent la richesse du *grub enklein* en minerai marchand est de 64 p. o/o de son volume, dont moitié est recueilli à l'état de waschgallmei.

Quant à la dépense en main-d'œuvre, elle a été la suivante pour l'année 1840 :

248 $\frac{1}{2}$ journées à 1 fr.		248f.,50
1.128 $\frac{1}{2}$	0,937	1.057 ,40
4.146 $\frac{1}{2}$	0,625	2.591 ,56
5.523		3.897 ,46

On voit par ce tableau que le prix moyen de la journée d'un ouvrier laveur dans la haute Silésie est de 0f.,706. Par conséquent le prix du mètre cube ou du quintal de minerai lavé, en y comprenant les *aftern* et les *schlamms*, est donné par les nombres qui suivent :

1 m. c. demande 0,659 journée de travail = 0f.,465
1 q. m. *id.* 0,054 *id.* = 0 ,038

Si on regarde le *waschgallmei* comme le seul minerai qu'il soit possible de traiter, ce qui aurait lieu de fait si le zinc tombait à vil prix, on a pour frais de main-d'œuvre :

1 m. c.	*Waschgallmei*	1,453	journée de travail	= 1f.,0258
1 q. m.	*id.*	0,114	*id.*	= 0 ,0807

En adoptant ces derniers nombres pour le prix de revient du *waschgallmei*, le prix réel leur sera évidemment bien inférieur, car depuis plusieurs années la grande valeur commerciale du zinc a permis de traiter avec avantage non-seulement les aftern, mais même les schlamms, et le bénéfice qui est résulté de leur vente a largement compensé les frais du nouveau procédé de lavage, savoir : l'intérêt à 5 p. 0/0 du capital de 22.500 fr. employé à la construction de l'usine, l'entretien des appareils, etc.

Comparaison du nouveau procédé de lavage avec l'ancien.

Il est assez difficile de comparer le nouveau procédé de lavage avec l'ancien, parce que la richesse du minerai varie d'une année à l'autre, et que certains éléments de la comparaison ne se prêtent guère à une évaluation numérique : ainsi la calamine lavée, qu'on obtient par le nouveau procédé, est plus riche que celle qui était donnée par l'ancien, par conséquent son prix marchand est plus élevé; en outre, le minerai préparé par les trommels et par la roue de séparation, se prête beaucoup mieux au jeu des tamis qu'auparavant; la galène surtout, qui, comme on le sait, est très-nuisible dans le traitement du zinc, y est séparée d'une manière plus rapide, plus complète et plus économique qu'il n'était possible de le faire autrefois.....

Quoi qu'il en soit, si on cherche quel est le prix du waschgallmei obtenu par l'ancien procédé de

lavage, on trouve pour une moyenne de 8 années, de 1830 à 1838, en ayant égard à la main-d'œuvre, aux travaux d'entretien et de réparation, et à l'accroissement du prix de la journée de travail, que 1 quint. métr. de waschgallmei revient à :

0f.,458 = 0l.,3231

Par le nouveau procédé, il coûte, au maximum :

0 ,0807 = 0 ,114

Différence, 0 ,2424

Par conséquent pour les 46.422 q. m. de *waschgallmei* obtenus en 1840, le bénéfice dû à l'emploi du nouveau procédé de lavage est *au moins* de 11.000 à 12.000 fr.; *c'est-à-dire près de la moitié du capital qu'a demandé la construction de l'usine de Scharley.*

Ce résultat est aussi satisfaisant que possible, et il explique suffisamment pourquoi la méthode employée par M. de Carnall pour la préparation mécanique de la calamine a été rapidement adoptée dans les grandes exploitations de zinc de la haute Silésie.

Enfin remarquons encore que les nouveaux appareils de lavage permettent de réduire *au quart* le nombre des ouvriers qu'on employait autrefois pour la préparation du minerai de zinc; ils substituent au travail de l'homme le travail des machines, qui est beaucoup plus parfait; c'est le but vers lequel tendent en général tous les procédés industriels, à mesure qu'ils se perfectionnent.

Pour qu'on puisse se faire une idée de l'importance de l'exploitation de la calamine dans la Silésie, nous allons donner un tableau des produits obtenus, en 1840, par l'ancien et par le nouveau procédé de lavage. On a extrait :

	Richesse.	Quantité extraite.	Rapport.
Stuckgallmei ou calamine en morceaux de la grosseur du poing et plus.	2	309.480q.m.	4
Waschgallmei.	22	232.110	3
Menu (aftern fassforrath etc.).	7 à 10	77.370	1
Schlamms.	4 à 6	103.160	1
Somme.		722.120q.m.	

On voit que les divers produits obtenus par le lavage sont entre eux comme les nombres ∴ 10 : 13 : 30 : 41, ou plus simplement ∴ 1 : 1 : 3 : 4; le minerai le plus riche, c'est-à-dire le *stuckgallmei* et le *Waschgallmei*, forment donc environ les 7/9 de la quantité totale, le reste n'étant que les 2/9.

De ce minerai on extrait à peu près : 115.855q.m. de zinc métallique, ce qui donne une richesse ou plutôt un rendement moyen de 16 à 17 p. 0/0.

Quand la valeur commerciale du zinc baisse, on ne traite plus ni le menu ni les schlamms, dont l'emploi comme minerai date seulement de 1836.

A des époques antérieures, le zinc étant à des prix très-vils, il est même déjà arrivé qu'on n'envoyait dans les usines que le stuckgallmei le plus riche : on conçoit qu'alors le rendement était beaucoup plus considérable.

En admettant que le zinc soit à 70 fr. le quintal métrique, ce qui est un prix assez ordinaire, et au-dessus duquel il s'est maintenu à Breslau en 1840, on voit que le minerai exploité représente une valeur commerciale de plus de 7 millions de francs: ce chiffre exprime pour la Silésie prussienne, l'importance de l'exploitation qui nous occupe en ce moment.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

NOTE

Sur la composition chimique de la pechblende ;

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

Le minéral connu sous le nom de *pechblende* se présente, comme on sait, en masses amorphes, à cassure conchoïde, d'un noir éclatant, formées essentiellement d'un oxyde d'urane. On a considéré jusqu'ici cet oxyde comme identique avec l'oxyde d'urane vert-olive, qu'on appelait, avant les travaux de M. Péligot, le *protoxyde d'urane*; mais il est à remarquer que la pechblende, même réduite en poudre très-fine, conserve sa couleur d'un noir foncé. J'ai reconnu en outre qu'en la chauffant dans un courant d'azote, pour lui faire perdre la petite quantité d'eau qu'elle contient, elle conserve sa couleur noire, tandis qu'elle devient immédiatement d'un vert olive, si on la fait rougir au contact de l'air; on peut conclure de là que l'oxyde de la pechblende n'est pas identique avec l'oxyde vert-olive des laboratoires.

J'ai cherché, dans ce travail, à reconnaître la véritable nature de cet oxyde. Cette recherche présente quelque difficulté, à cause de la composition, toujours fort complexe, de la pechblende. Les échantillons dont la texture paraît le plus homogène renferment encore des proportions considérables de substances étrangères. Le minéral que j'ai examiné provenait des mines de Joachimsthal en Bohême; il s'y trouve en petits amas, au milieu d'un calcaire lamelleux rougeâtre; la ma-

tière concassée a été triée avec soin, et l'on n'a soumis à l'analyse que des fragments examinés avec une forte loupe.

Essais qualificatifs. — L'acide chlorhydrique donne avec la pechblende un dégagement d'acide carbonique, puis d'hydrogène sulfuré, et la dissout presque complétement, en ne laissant pour résidu que de la silice gélatineuse, entièrement soluble dans la potasse. Dans la liqueur filtrée, on a reconnu, par les procédés ordinaires, la présence du plomb, du fer, du manganèse, de la chaux, de la magnésie et d'une petite quantité de soude. Chauffée dans un courant de chlore sec, la pechblende ne donne que du chlorure de soufre, et l'on ne trouve pas trace d'arsenic ou d'antimoine dans la liqueur où l'on fait passer le courant de chlore. La pechblende attaquée par le chlore est en partie soluble dans l'eau, et laisse un résidu jaune d'uranate de chaux et de magnésie. Cette réaction et les résultats de l'attaque du minéral par l'acide chlorhydrique prouvent bien qu'il ne renferme pas d'antimoine, d'arsenic et de bismuth. Je n'y ai pas trouvé non plus de traces de cuivre ni de zinc.

Analyse.—Pour analyser la pechblende, je l'ai traitée par l'acide nitrique. La silice a été séparée par évaporation de la liqueur à siccité. On a repris par l'acide chlorhydrique et filtré. Le plomb a été séparé par l'hydrogène sulfuré et dosé à l'état de sulfate; la liqueur, débarrassée du plomb, a été traitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque qui précipite l'urane, le fer et le manganèse. J'indiquerai tout à l'heure le procédé que j'ai suivi pour analyser le mélange de ces trois corps. La liqueur précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque, puis

bouillie, a été traitée par l'oxalate d'ammoniaque et la chaux dosée à l'état de sulfate. La liqueur filtrée a été évaporée à siccité, et le résidu rougi pour chasser les sels ammoniacaux, puis traité par l'acide sulfurique, pour obtenir des sulfates qu'on a pesés. L'alcali a été séparé de la magnésie au moyen de l'acétate de baryte, en suivant le procédé connu.

Le soufre a été dosé dans une expérience spéciale, et j'ai trouvé que son poids était exactement proportionnel à celui du plomb.

L'acide carbonique a été dosé en attaquant la pechblende par l'acide nitrique dans une petite fiole munie d'un tube de dégagement et d'un tube à entonnoir pour verser l'acide. Les gaz traversaient une solution de baryte contenue dans un appareil à boules. L'acide carbonique a été déduit du carbonate de baryte obtenu.

L'eau se dégage à la première impression de la chaleur ; je l'ai obtenue en chauffant la pechblende dans un courant d'air sec et désoxygéné par le cuivre, et en recueillant l'eau dégagée sur du chlorure de calcium. Cette eau ne contient pas trace de substances bitumineuses ; la pechblende reste noire.

Séparation de l'urane du fer et du manganèse.

La dissolution du carbonate uranique dans le carbonate d'ammoniaque n'est pas troublée par l'addition de l'hydrosulfate d'ammoniaque ; et ce fait, qui n'a pas encore été indiqué, permet de séparer l'urane de plusieurs oxydes métalliques solubles en partie dans le carbonate d'ammoniaque, comme les oxydes de manganèse, de cobalt, de nickel et de zinc, que l'hydrosulfate d'ammo-

niaque précipite complétement de cette dissolution. La séparation de l'urane des oxydes que je viens de citer, et qui était considérée comme une difficulté d'analyse, devient très-simple par ce procédé.

Dans le cas particulier qui nous occupe, le fer, le manganèse et l'urane ayant été précipités par l'hydrosulfate d'ammoniaque, ont été redissous dans l'eau régale faible, et la liqueur sursaturée avec du carbonate d'ammoniaque qui a laissé du peroxyde de fer, mêlé d'une certaine quantité de manganèse. A la liqueur filtrée on a ajouté du sulfhydrate d'ammoniaque qui a séparé un peu de sulfure de manganèse, puis on a fait bouillir jusqu'à décoloration complète; le précipité obtenu est verdâtre, par suite d'une réduction partielle de l'oxyde uranique par l'hydrosulfate. On le filtre et on dose l'urane par calcination à l'état d'oxyde vert.

Le fer et le manganèse ont été séparés à l'aide du succinate d'ammoniaque.

On a obtenu les résultats suivants, l'urane étant dosé à l'état d'oxyde vert-olive :

	I.	II.	III.	IV.	V.	Moyenne.
Eau	»	»	»	»	1,85	1,85
Acide carbonique	»	3,35	3,30	»	»	3,32
Silice	3,67	3,41	3,50	3,36	»	3,48
Soufre	»	0,60	»	»	»	0,60
Plomb	4,23	»	4,23	4,19	»	4,22
Chaux	»	»	5,34	5,14	»	5,24
Magnésie	»	»	1,91	2,24	»	2,07
Soude	»	»	0,25	»	»	0,25
Protoxyde de fer	»	»	3,00	3,20	»	3,10
Protoxyde de mang.	»	»	0,77	0,87	»	0,82
Oxyde vert d'urane	»	»	75,79	76,10	»	75,94
						100,89

Pour déterminer le degré d'oxydation de l'u-

rane dans la pechblende, j'ai cherché la quantité d'oxygène qu'absorbe le minéral pour que tous les corps qu'il renferme passent au maximum d'oxydation. Pour y arriver, j'ai suivi le procédé général que j'ai décrit il y a quelques années, et qui consiste à mêler la matière d'essai avec un poids connu de peroxyde de manganèse, et à traiter le mélange par l'acide chlorhydrique pur (1). On reçoit le chlore dans une solution d'acide sulfureux, et l'on compare la quantité de sulfate de baryte produite avec celle qu'aurait fournie le peroxyde de manganèse employé seul. La différence correspond à la quantité d'oxygène absorbée pendant la dissolution de la matière qu'on essaye. J'ai indiqué (*Annales des mines*, t. XVI, p. 590) les précautions à prendre pour opérer avec l'exactitude désirable; mais, au lieu de me servir d'oxyde de manganèse, j'ai préféré employer le bichromate de potasse fondu. Voici les résultats de six essais faits en n'employant que du bichromate de potasse.

Poids du bichromate de potasse.	Sulfate de baryte.	Sulfate de baryte sur 1 gramme.	Oxygène cédé par 1 gr. de bichrom.
gr.		gr.	
0,942	2,320	2,463	0,1694
0,968	2,378	2,457	0,1690
1,582	3,852	2,435	0,1675
1,350	3,3165	2,457	0,1690
1,339	3,302	2,465	0,1696
1,197	2,936	2,453	0,1687
	Moyennes. . . .	2,455	0,1689

(1) Il est surtout important que l'acide ne renferme pas de chlore libre : l'acide pur du commerce en contient toujours. Pour enlever le chlore, on fait bouillir l'acide jusqu'à ce qu'il ne bleuisse plus la colle d'amidon, à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'iodure de potassium.

Pour obtenir, dans les laboratoires, de l'acide chlorhydrique parfaitement pur et exempt de chlore, on peut

Les nombres obtenus dans les six expériences concordent très-bien entre eux. Les quantités d'oxygène indiquées par les poids du sulfate de baryte restent toujours exactement proportionnelles aux poids du bichromate de potasse employés, et cela nous suffit pour assurer l'exactitude du procédé. La quantité d'oxygène abandonnée par un gramme de bichromate de potasse est un peu plus forte que celle déduite de la composition admise pour ce sel, qui serait 0gr.,1583. Cette différence entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul peut tenir à plusieurs causes, notamment à la présence d'une petite quantité de soude dans le sel employé.

Pour essayer la pechblende par ce procédé, j'ai mêlé :

Pechblende.	1gr.,3965
Bichromate.	1 ,3790

On a obtenu :

Sulfate de baryte.	2gr.,561
Or, 1gr.,379 auraient donné seuls.	3 ,385
Différence.	0 ,824
Ou, pour 1 gramme de pechblende.	0 ,590

ce qui correspond à une absorption d'oxygène égale à 0gr.,0406.

Deuxième essai :

Pechblende.	1gr,254
Bichromate.	1,334 qui devaient donner, sulf. de bar. 3gr.,285

ajouter à l'acide du peroxyde de manganèse, qui transforme l'acide sulfureux en acide sulfurique, puis distiller l'acide sur du cuivre métallique et du sel marin, qui retiennent le chlore en excès et l'acide sulfurique. Ce procédé est actuellement employé avec avantage dans le laboratoire de l'École des mines.

Sulfate de baryte.	2,550
Différence.	0,735
Sur 1 gr. de pechblende.	0,586
Oxygène absorbé.	0,0403

Moyenne des deux essais : Oxygène absorbé, sur 100 parties de pechblende, 4,045.

Or, d'après la composition trouvée plus haut,

$4^{gr.}$,82 de sulfure de plomb ont pris pour se changer en sulfate.	1,28 d'oxyg.
3 ,10 de protoxyde de fer pour se changer en peroxyde.	0,34
Total.	1,62

La quantité d'oxygène prise par l'oxyde d'urane pour se changer en oxyde uranique a donc été seulement de $2^{gr.}$,425.

Si la pechblende renfermait de l'oxyde vert, celui-ci n'aurait absorbé, pour se changer en oxyde uranique, que $1^{gr.}$,443 d'oxygène. Si l'oxyde de la pechblende était le protoxyde (l'urane ancien), la quantité d'oxygène absorbée aurait dû être 4^{gr},329. La proportion d'oxygène donnée par l'expérience s'approche beaucoup de celle qui correspondrait à un oxyde salin de la formule



$$U^2O^3 + 2UO,$$

qui aurait absorbé $2^{gr.}$,165 d'oxygène. L'oxyde $U^2O^3 + 3UO$ aurait absorbé $2^{gr.}$,896 d'oxygène.

Il est assez difficile de se prononcer d'une manière affirmative entre ces deux formules. Si le fer, que j'ai supposé à l'état de protoxyde, se trouvait dans la pechblende à l'état de peroxyde, la quantité d'oxygène absorbée par l'oxyde d'urane serait $2^{gr.}$,765, et sa composition serait par conséquent très-voisine de $U^2O^3 + 3UO$. On ne peut pas apprécier exactement l'état d'oxydation du fer, parce que la matière s'attaque par l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sul-

furé, et par conséquent le fer est toujours à l'état de protoxyde dans la dissolution. La détermination très-exacte de l'oxyde de la pechblende exige qu'on opère sur des matières d'une composition moins complexe que le minéral que j'ai analysé; il faudrait aussi pouvoir produire artificiellement cet oxyde.

En admettant $U^2O^3 + 2UO$ pour la composition de l'oxyde de la pechblende, les résultats de l'analyse ci-dessus conduisent aux nombres suivants :

		Oxygène.	
Oxyde noir d'urane. . .	75,23		
Sulfure de plomb. . . .	4,82		
Silice.	3,48	1,809	
Chaux.	5,24	1,472	
Magnésie.	2,07	0,801	
Soude.	0,25	0,062	3,240
Protoxyde de fer.	3,10	0,705	
Protoxyde de manganèse.	0,82	0,200	
Acide carbonique. . . .	3,32	2,41	
Eau.	1,85	1,64	
	100,18		

La proportion d'acide carbonique n'est pas suffisante pour former des carbonates neutres avec toutes les bases autres que l'oxyde d'urane; il faut admettre qu'une partie de celles-ci est combinée avec la silice. Cette supposition est d'autant plus admissible, que la silice est entièrement à l'état gélatineux après l'attaque par l'acide chlorhydrique, et se dissout complétement dans la potasse caustique. Si l'on retranche de l'oxygène des bases la moitié de celui contenu dans l'acide carbonique, le reste, 2gr.,030, est à peu près égal à l'oxygène de la silice. Dans le silicate que renferme la pechblende, la silice, les bases et l'eau renfermeraient la même quantité d'oxygène.

NOTE

Sur la composition du wolfram.

Par M. EBELMEN.

Jusqu'à ces derniers temps, on avait considéré le wolfram comme une combinaison d'acide tungstique avec les protoxydes de fer et de manganèse. Dans un travail récent (*Annales de chimie et de physique*, t. II, page 532), M. Schaffgotsch a annoncé que ce minéral renfermait de l'oxyde de tungstène et non pas de l'acide tungstique. Il a déduit cette conséquence des résultats de ses analyses, qui lui ont toutes donné un excès de poids de 5 à 6 centièmes lorsqu'il dosait le tungstène à l'état d'acide tungstique. M. Wöhler était parvenu, de son côté, à la même conclusion, en se fondant sur les résultats de l'action du chlore sur le wolfram; on obtient ainsi un sublimé de chloride tungstique; et comme l'acide tungstique n'est pas altéré par le chlore, M. Wöhler en a conclu que le wolfram contenait de l'oxyde de tungstène qui, dans cette réaction, se change en acide tungstique et en chloride tungstique.

Une expérience facile à exécuter m'a paru pouvoir décider la question. Le wolfram est attaquable par l'acide chlorhydrique bouillant, et laisse un résidu bien reconnaissable d'acide tungstique. Si ce minéral renferme effectivement de l'oxyde de tungstène, l'attaque doit se faire avec dégagement d'hydrogène. Or, en employant pour cette expérience de l'acide bien dépouillé de chlore libre, je n'ai pu recueillir la moindre trace

de gaz hydrogène. Le wolfram s'est attaqué, comme à l'ordinaire, en laissant un dépôt jaune d'acide tungstique. La liqueur contenait le fer entièrement à l'état de protoxyde.

A la suite de cette expérience, qui m'a paru bien concluante, j'ai répété l'analyse du wolfram. J'ai examiné deux variétés de ce minéral : l'une provenait des environs de Limoges, l'autre de Zinnwald. Après l'avoir porphyrisé avec beaucoup de soin, je l'ai attaqué dans un ballon à long col par l'acide chlorhydrique bouillant, que j'ai renouvelé plusieurs fois, jusqu'à ce que le résidu fût d'un beau jaune. J'ai filtré et lavé le dépôt à l'eau bouillante. Ce lavage doit être longtemps continué pour enlever les dernières traces de chlorure de fer et de manganèse que l'acide tungstique retient avec beaucoup de force. L'acide tungstique resté sur le filtre a été lavé à plusieurs reprises avec de l'ammoniaque, qui a laissé pour résidu le wolfram non attaque, que l'on déduit de la quantité totale. Je n'ai jamais pu, dans aucune de mes expériences, attaquer complétement le wolfram par l'acide chlorydrique. Lors même que le dépôt paraissait jaune et bien pur, il restait toujours 4 à 5 centièmes de wolfram non attaqué qui, du reste, n'avait éprouvé aucune altération; la dissolution ammoniacale était évaporée à siccité dans une capsule de platine, puis grillée, ce qui donnait l'acide tungstique. La dissolution chlorhydrique des oxydes était rapprochée presqu'à siccité pour chasser l'excès d'acide. Il s'en séparait une petite quantité d'acide tungstique, qu'on filtrait et que l'on traitait ensuite par l'ammoniaque pour le réunir à la liqueur principale.

La dissolution des oxydes a été précipitée par

un excès de sulfhydrate d'ammoniaque. Le précipité, composé de sulfures de fer et de manganèse, a été redissous dans l'acide chlorhydrique, et les oxydes ont été séparés par le procédé connu au moyen du succinate d'ammoniaque. Le manganèse a été dosé à l'état de protoxyde. La liqueur précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, a été évaporée à siccité, et a donné, par calcination, un résidu dans lequel on ne trouve que des traces impondérables d'acide tungstique. Le wolfram de Limoges laisse ainsi une quantité très-notable de sulfate de magnésie; le wolfram de Zinnwald, traité de la même manière, donne un résidu de sulfate de chaux, sans magnésie. La présence de ces deux bases n'avait pas encore été signalée dans le wolfram.

J'ai vérifié les résultats obtenus par le procédé que je viens de décrire, en fondant le wolfram avec trois fois son poids de carbonate de soude, et reprenant la masse fondue par l'eau bouillante; j'ai reconnu ainsi qu'il restait toujours avec les oxydes une petite quantité de soude que les lavages n'avaient pu enlever.

Voici les résultats des analyses :

Wolfram des environs de Limoges (fragments de clivage).

	I.	II.	III.	IV.	V.	Carbonate de soude.	Moyenne.	Oxygène.	
Acide tungstique.	75,69	76,36	76,30	76,44	76,20	»	76,20	15,415	
Protoxyde de fer.	19,05	»	19,12	19,49	»	19,10	19,19	4,369	} 5,684
Protox. de mang.	4,61	»	4,53	4,32	»	4,48	4,48	1,005	
Magnésie.	»	0,75	0,83	0,81	»	0,80	0,80	0,310	

Wolfram de Zinnwald (fragments d'un gros cristal).

	I. par l'acide chlorhydr.	II. par le carbon. de soude.	Moyenne.	Oxygène.	
Acide tungstique.	75,99	»	75,99	15,356	
Protoxyde de fer.	9,45	9,78	9,62	2,190	} 5,466
Protox. de mang.	14,07	13,85	13,96	3,131	
Chaux.	0,56	0,40	0,48	0,135	
			100,05		

Ces deux séries d'analyses ne présentent qu'un très-léger excès de poids. Ce résultat vient confirmer celui que j'avais déduit de l'action de l'acide chlorhydrique sur ce minéral.

Le résultat obtenu par M. Wöhler en chauffant le wolfram dans un courant de chlore peut s'expliquer en admettant que l'acide tungstique cède une partie de son oxygène aux protoxydes de fer et de manganèse, et se comporte alors, en présence du chlore, comme de l'oxyde de tungstène.

Les deux minéraux présentent un léger excès de base par rapport à l'acide tungstique. On ne peut pas les considérer cependant autrement que comme un sel neutre, dont la formule serait :



$$WO^3 (FeO, MnO, CaO, MgO).$$

Toutes les bases combinées à l'acide tungstique étant isomorphes et donnant, lorsqu'elles se trouvent en diverses proportions dans le wolfram, des minéraux également isomorphes, je ne pense pas qu'on doive admettre des formules différentes pour les wolfram provenant de diverses localités, en se fondant sur ce que les bases paraissent s'y trouver à peu près en proportions atomiques. Ainsi, en admettant des sels doubles, le wolfram de Limoges serait représenté par la formule :



$$3 WO^3 FeO + (MnO, MgO) WO^3;$$

celui de Zinnwald, par la formule :



$$2 WO^3 FeO + 3 (MnO, CaO) WO^3.$$

Je ferai remarquer ici que le tungstate de chaux naturel (schéélin calcaire), dont la formule est WO^3CaO, ne cristallise pas dans le même système que le wolfram ; c'est un nouvel exemple de dimorphisme.

NOTE

Sur le dosage du manganèse.

Par M. EBELMEN.

On dose généralement le manganèse, dans les recherches analytiques, à l'état d'oxyde rouge. Mais cet oxyde a la propriété d'absorber en refroidissant une certaine quantité d'oxygène et de passer à l'état de sesquioxyde, circonstance qui occasionne quelque incertitude dans le dosage.

Il me paraît préférable de doser constamment le manganèse à l'état de protoxyde, en réduisant les oxydes supérieurs par l'hydrogène. Pour exécuter cette expérience d'une manière commode, j'emploie un creuset de platine dont le couvercle porte un tubulure au centre. On fait arriver dans le creuset un courant d'hydrogène pur et sec par un tube en verre vert d'un diamètre à peu près égal à celui de la tubulure, et l'on chauffe sur la lampe à esprit-de-vin. La réduction est achevée après quelques minutes. On laisse refroidir le creuset en continuant à y faire passer un courant rapide de gaz. L'oxyde de manganèse obtenu se dissout dans l'acide chlorhydrique sans le noircir et sans dégager de chlore.

L'emploi d'un creuset de platine, muni d'un couvercle à tubulure, est extrêmement commode pour beaucoup de recherches analytiques où l'on a besoin de faire réagir des gaz sur des solides. Dans tous les cas où les matières que l'on soumet à l'action du gaz pourraient attaquer le platine,

on se servira d'un creuset de porcelaine avec le couvercle en platine. Cet appareil remplace avantageusement les tubes à boules dont l'emploi est embarrassant, soit pour les pesées, soit pour l'introduction des matières.

NOTE

Sur les expériences récemment entreprises par le gouvernement sarde, en vue de perfectionner la fabrication du fil de fer (1).

Par M. F. LE PLAY, Ingénieur en chef des mines.

Le perfectionnement des arts industriels constituera vraisemblablement un des traits les plus caractéristiques de l'activité humaine pendant le XIXe siècle. Ce sera un jour pour l'historien, une tâche intéressante que celle d'apprécier le concours apporté par chaque nation au progrès de ces arts, et de suivre, dans cette nouvelle phase des sociétés, l'influence du génie particulier à chaque peuple, et des conditions physiques sous l'empire desquelles il est placé.

Dans les luttes qu'engendrera cette tendance universelle vers l'industrie, de même que dans les luttes d'un autre ordre qui ont agité le monde à d'autres époques, l'initiative et le succès appartiendront souvent encore aux grandes nations. L'exploitation d'un territoire étendu, l'existence d'une nombreuse population chez laquelle la communauté des institutions, la concentration des capitaux, et la facilité des communications créent de puissants moyens de production et de consommation, sont en effet des conditions presque

(1) *Ricerche sulla fabricazione dei fili di ferro negli stati di S. M. il Re di Sardegna.* — Recherches sur la fabrication des fils de fer dans les Etats de S. M. le roi de Sardaigne. — Turin, 1843; un vol. in-8°.

aussi essentielles pour l'essor de l'industrie, que pour le développement de la puissance politique. C'est donc aux principales agglomérations politiques qu'appartient en général la gloire de créer ces nouveaux moyens de production qui viennent chaque jour décupler les forces et le bien-être de l'homme : et tel est le rôle élevé que jouent surtout en Europe, depuis 25 ans, l'Angleterre et la France.

Toutefois ces utiles conquêtes ne doivent pas seulement profiter aux peuples qui, favorisés par d'heureuses conditions, ont devancé les autres dans la carrière industrielle. Ce serait en vain qu'un peuple, visant au monopole des principales industries, prétendrait réduire tous les autres peuples à la condition de producteurs des matières brutes que lui seul mettrait en œuvre. Les mêmes sentiments de justice distributive qui n'ont permis à aucune époque, dans l'ordre politique, l'établissement d'une domination universelle se manifestent aujourd'hui, avec non moins de force, dans l'ordre industriel. On ne peut méconnaître que de toutes les tendances qui préoccupent les différents peuples, la plus prononcée est de fixer sur chaque territoire tous les genres d'activité que comportent le sol, le climat et la situation commerciale. Dans l'avenir, un peuple ne se conciliera la sympathie de ses voisins, qu'à la condition de respecter chez eux cette tendance ; et c'est surtout en la favorisant avec discernement, et autant que le comportent ses moyens d'action, que chaque gouvernement se montrera digne de la confiance de ses administrés.

Les expériences dont je me propose d'indiquer dans cette note les principaux résultats, offrent

un nouvel exemple de cette propension des sociétés européennes. Cette fois, c'est à la France qu'appartient l'honneur d'avoir porté à un remarquable degré de perfection l'industrie que des voisins viennent imiter; c'est le gouvernement sarde qui, avec autant de zèle que d'habileté, vient fournir à l'industrie nationale, tous les renseignements dont celle-ci a besoin pour perfectionner l'une des plus importantes élaborations usuelles du fer forgé.

L'art de fabriquer le fil de fer existait déjà en France dans la seconde moitié du XVII[e] siècle; mais, restreinte par le manque de débouchés, cette industrie n'eut pendant longtemps qu'une faible importance. Un document officiel constate qu'en 1732, il n'existait en France qu'une seule tréfilerie située dans les Vosges; et que cette usine, en portant son personnel à 30 ouvriers, aurait pu suffire à la consommation de tout le royaume. Cette indication, si elle est exacte, permet d'estimer que la France ne consommait pas alors plus de 3.500 q. m. de fils de fer assortis.

C'est à cette même époque que des tréfileries commencèrent à s'établir en Franche-Comté dans la dépendance des forges existant depuis plusieurs siècles dans la chaîne du Jura. Les excellents fers produits dans ces forges offraient des qualités si précieuses pour la fabrication du fil de fer, que cette élaboration ne tarda pas à devenir une spécialité importante pour la région méridionale du groupe des forges de l'Est.

La supériorité des fils de fer de Franche-Comté fut mieux appréciée de jour en jour, non-seulement en France, mais encore dans la plupart des pays étrangers. La production des tréfileries du

Jura et des Vosges s'accrut dans une progression si rapide pendant la fin du XVIII[e] siècle, sous l'empire, et surtout à partir de 1822, qu'en 1830 elle avait atteint le chiffre de 100.000 quint. mét. Elle avait donc augmenté en un siècle dans le rapport de 1 : 28.

A dater de 1830, de profondes modifications s'introduisirent dans la situation des tréfileries françaises qui, jusque-là s'étaient concentrées dans les départements du Jura, du Doubs et des Vosges. Ces établissements ressentirent en cela le contre-coup de la révolution produite par l'adoption de la houille comme élément essentiel de la fabrication du fer. Les nouvelles méthodes de fabrication n'ont pas eu seulement pour résultat de livrer des produits à bon marché; elles ont en outre conduit les consommateurs à constater qu'ils pouvaient employer avec avantage des qualités de fer inférieures et à bas prix, dans beaucoup de cas où d'anciennes habitudes prescrivaient autrefois de recourir à des qualités supérieures.

Cette tendance des consommateurs a déterminé l'établissement de tréfileries fort importantes dans plusieurs groupes de forges, où les fers préparés au charbon de bois ou même à la houille, peuvent être obtenus à un moindre prix qu'en Franche-Comté. Les anciennes tréfileries ont conservé le privilége de fournir, soit à la consommation intérieure, soit aux pays étrangers, les fils de fer qui doivent se distinguer par leur ténacité; tandis que les nouveaux établissements ont puissamment contribué, par l'attrait du bon marché, à propager l'emploi de sortes communes de fil de fer. C'est dans ces conditions que de 1830 à 1841, la production des tréfileries françaises s'est encore

accrue de 100.000 à 154.000 quint. métr. Le tableau suivant indique au reste le progrès, le déplacement graduel des tréfileries, et surtout la diminution des frais de fabrication et du prix de vente pour chacune des années comprises entre 1834 et 1841.

Production des tréfileries françaises de 1834 *à* 1841.

Années.	Poids total du fil de fer fabriqué.	Valeur totale du fil de fer fabriqué.	Frais de fabrication et bénéfices dus à la production du fil de fer,		
			dans le Doubs, le Jura et les Vosges.	dans les autres départements.	dans tout le royaume.
	q. m.	fr.	fr.	fr.	fr.
1834	111.775	10.627.000	2.233.000	1.594.000	3.827.000
1835	133.083	12.615.000	2.851.000	1.565.000	4.380.000
1836	119.109	10.412.000	1.386.000	1.481.000	2.867.000
1837	129.900	10.328.000	872.000	1.966.000	2.838.000
1838	123.900	9.699.000	894.000	2.218.000	3.112.000
1839	133.017	10.474.000	1.357.000	2.054.000	3.411.000
1840	133.610	10.598.000	1.305.000	2.339.000	3.644.000
1841	154.330	11.668.000	1.035.000	2.497.000	3.532.000

Les exportations de fils de fer ont d'abord suivi la même progression que la production intérieure; mais elles tendent aujourd'hui à se restreindre. Ce commerce a surtout pour base les qualités de choix pour lesquelles la France se

distingue entre tous les pays producteurs. L'Espagne reçoit depuis longtemps la plus grande partie de cette exportation; puis viennent, suivant l'ordre d'importance des quantités expédiées, les Deux-Siciles, la Sardaigne, la Belgique, la Suisse, l'Algérie, les États barbaresques. Pour les années 1840, 1841 et 1842, les quantités exportées ont été réparties, ainsi que l'indique la liste suivante, entre les divers pays de destination.

Quantités de fil de fer exportées par les tréfileries françaises, en 1840 et 1841, avec distinction des pays de destination.

	1840.	1841.
	q. m.	q. m.
Espagne.	1.714	2.117
Etats sardes.	140	458
Deux-Siciles.	336	273
Suisse.	377	81
Algérie.	213	235
Belgique.	281	229
Association allemande.	91	62
Tous les autres pays.	345	946
Total.	3.497	4.401

L'Angleterre, qui importe chaque année 30 à 40 quintaux métriques de fils de fer français de 1re qualité, exporte elle-même des quantités assez considérables de fils de qualité médiocre, mais que certaines classes de consommateurs recherchent chaque jour davantage, en raison de leur bas prix. Sous ce rapport, les tréfileries anglaises font depuis dix ans sur les marchés neutres aux tréfileries de Franche-Comté, la même concurrence que celles-ci ont à subir, à l'intérieur du royaume, de la part des tréfileries récemment établies dans les groupes de forges de Champagne, du Nord-Est et du Nord.

Les exportations anglaises et françaises se sont accrues depuis 1834, dans la progression qu'indique la liste suivante :

Quantités de fil de fer exportées, de 1834 *à* 1841, *par la Grande-Bretagne et la France.*

	Grande-Bretagne.	France.
	q. m.	q. m.
1834.	4.044	2.897
1835.	5.497	2.913
1836.	6.539	3.059
1837.	4.606	3.026
1838.	5.545	4.400
1839.	7.893	3.342
1840.	9.900	3.497
1841.	13.364	4.401

Les faits que j'ai observés en Angleterre pendant l'année 1842, me portent à penser que les exportations anglaises tendent à s'accroître chaque année, et à restreindre sur les marchés neutres, notamment en Belgique et en Espagne, la consommation des fils de fer français.

Les contrées où fleurit l'art des forges, fabriquent pour la plupart, la majeure partie du fil de fer nécessaire à leur consommation. Le complément est fourni par la France pour les qualités de choix, et par l'Angleterre pour les qualités communes. C'est ainsi que l'Allemagne du Nord, qui fabrique annuellement de 60 à 70.000 quint. métr. de fils de fer, importe en outre chaque année une certaine quantité de fils de fer français et anglais.

La partie continentale du royaume de Sardaigne, ne produit et ne consomme que de faibles quantités de fil de fer. Les tréfileries actuelles, toutes situées en Piémont, sont au nombre de quatre :

distingue entre tous les pa
pagne reçoit depuis 100
partie de cette exporta
vant l'ordre d'importa
les Deux-Siciles, la
Suisse, l'Algérie,
les années 1840,
portées ont été
liste suivante.
tion.

es cha
s fils de
ier français. a
s.

Quantités de f
en 1840 et 1

Espagn
Etats
Deu
Sui
Al
F

at les constructeurs
pousser les fils de fer
citude du gouvernement
mission composée d'officiers
ssion de comparer, au moyen
directes, la ténacité des fils de fer
des fils français : ceux-ci, parmi les
étrangers, furent seuls compris dans
comparaison. Ces expériences mirent hors
doute la supériorité de ces derniers : il fut prouvé que les fils de fer français employés en Piémont dans la construction des ponts suspendus, supportaient avant de se rompre un poids de 70 à 80 kilogr. par millimètre carré de section transversale; tandis que les meilleurs fils indigènes, se rompaient sous un poids de 54 kilogrammes.

A la suite de ces essais, le gouvernement institua une nouvelle commission, composée d'ingénieurs des mines, et l'invita à rechercher les moyens à l'aide desquels les tréfileries indigènes pourraient améliorer la qualité de leurs produits. Cette commission, composée de MM. Despine, inspecteur des Mines, Motta et

… ingér…
…es dar…
Le… …des minerais et des
…fers à tréfiler.

…ment une très
…r à tréfiler :
…entent les
…mission …rdes, se
…ble préc… …euvent
…oivent se plac…
…aliser avec les fab…
… en outre signalé plusieurs …
…à cette branche de l'art des forges, …
…ré la convenance de certaines méthodes
…ravail adoptées depuis longtemps dans les
…efileries qui se distinguent par la perfection de
leurs produits.

Dans une première série d'essais, la commission a converti en fils de fer, nos 17 et 18 (*) (diamètres employés généralement pour la construction des ponts suspendus), 28 qualités de

(*) Les fils de fer se distinguent eu égard à leur diamètre par des nombres conventionnels, croissant depuis l'unité jusqu'à 28. Les numéros extrêmes, 1 et 28, correspondent respectivement aux diamètres de ½ et de 9 millimètres. Les diamètres intermédiaires croissent suivant une progression peu régulière, et d'autant plus rapide, que les diamètres sont plus gros : ainsi les différences entre les numéros inférieurs ne sont guère que d'un dixième de millimètre, tandis qu'elles s'élèvent à 7 dixièmes environ pour les numéros supérieurs. Les numéros dont il est particulièrement question dans les essais de la commisson correspondent aux diamètres indiqués ci-après :

Nos 1. . .	0m,0005	Nos 23. . .	0m,0062
17. . .	0m,0029	24. . .	0m,0070
18 . .	0m,0034	28. . .	0m,0090

ce sont celles de *Pont* et de *Locana* (Ivrée), de *Pont-Bosset* (Aoste), et de *Giaveno* (Suse). Elles livrent annuellement au commerce, moins de 1000 quint. mét. de fils de fer de médiocre qualité. Cette infériorité est tellement reconnue, que les constructeurs de sept ponts suspendus, récemment établis dans le royaume, ont obtenu, comme clause essentielle du cahier des charges, l'autorisation de n'employer que des fils de fer étrangers, et surtout des fils de fer français, à l'exclusion des produits indigènes.

La persistance que mettaient les constructeurs de ponts suspendus, à repousser les fils de fer indigènes, éveilla la sollicitude du gouvernement qui confia à une commission composée d'officiers d'artillerie, la mission de comparer, au moyen d'expériences directes, la ténacité des fils de fer indigènes et des fils français : ceux-ci, parmi les produits étrangers, furent seuls compris dans cette comparaison. Ces expériences mirent hors de doute la supériorité de ces derniers : il fut prouvé que les fils de fer français employés en Piémont dans la construction des ponts suspendus, supportaient avant de se rompre un poids de 70 à 80 kilogr. par millimètre carré de section transversale; tandis que les meilleurs fils indigènes, se rompaient sous un poids de 54 kilogrammes.

A la suite de ces essais, le gouvernement institua une nouvelle commission, composée d'ingénieurs des mines, et l'invita à rechercher les moyens à l'aide desquels les tréfileries indigènes pourraient améliorer la qualité de leurs produits. Cette commission, composée de MM. Despine, inspecteur des Mines, Motta et

Melchioni, ingénieurs des Mines, s'est livrée à ces recherches dans le cours des trois années 1840, 1841 et 1842. Les résultats intéressants auxquels elle est parvenue, ont été publiés sous les auspices du gouvernement dans l'ouvrage précédemment indiqué. MM. Despine, Motta et Melchioni ont complétement résolu les questions qui se rattachaient à leur mission; et ils ont indiqué avec une remarquable précision les conditions dans lesquelles doivent se placer les tréfileries sardes, pour rivaliser avec les fabriques étrangères. Ils ont en outre signalé plusieurs principes essentiels à cette branche de l'art des forges, et démontré la convenance de certaines méthodes de travail adoptées depuis longtemps dans les tréfileries qui se distinguent par la perfection de leurs produits.

Dans une première série d'essais, la commission a converti en fils de fer, n[os] 17 et 18 (*) (diamètres employés généralement pour la construction des ponts suspendus), 28 qualités de

(*) Les fils de fer se distinguent eu égard à leur diamètre par des nombres conventionnels, croissant depuis l'unité jusqu'à 28. Les numéros extrêmes, 1 et 28, correspondent respectivement aux diamètres de $\frac{1}{2}$ et de 9 millimètres. Les diamètres intermédiaires croissent suivant une progression peu régulière, et d'autant plus rapide, que les diamètres sont plus gros : ainsi les différences entre les numéros inférieurs ne sont guère que d'un dixième de millimètre, tandis qu'elles s'élèvent à 7 dixièmes environ pour les numéros supérieurs. Les numéros dont il est particulièrement question dans les essais de la commisson correspondent aux diamètres indiqués ci-après :

N[os] 1. . .	0m,0005	N[os] 23. . .	0m,0062
17. . .	0m,0029	24. . .	0m,0070
18 . .	0m,0034	28. . .	0m,0090

fer, provenant des principaux groupes de forges du royaume, où ils avaient été obtenus, de minerais assez variés, par diverses méthodes d'affinage. Tous les fils de fer ont été fabriqués dans des conditions identiques soigneusement constatées, et essayés de la même manière par la commission d'officiers d'artillerie.

Dans une deuxième série d'essais, la commission a examiné l'influence qu'exercent sur la ténacité des produits, le recuit et le décapage opérés sur le fer, avant le passage à la filière.

Enfin, dans une troisième série d'essais, la commission voulant constater plus authentiquement l'influence du minerai et de la fonte, en éliminant celle des diverses méthodes d'affinage, a fait affiner par la méthode comtoise dans des conditions identiques, les fontes avec lesquelles avaient été obtenus les fers qui s'étaient le mieux comportés dans les premiers essais. Elle a en outre vérifié séparément l'influence de diverses particularités de l'affinage, en affinant une même fonte dans diverses conditions, par exemple, à l'air froid ou à l'air chaud, par la méthode comtoise ou par le puddlage au moyen du gaz d'un haut fourneau, etc.

Les principales conclusions de ce beau travail peuvent être groupées en trois paragraphes, et se rapportent: 1° à la nature des minerais et des fontes servant à la fabrication des fers à tréfiler; 2° aux procédés ayant pour but de convertir le minerai ou la fonte en verge ronde à tréfiler; 3° enfin au travail même de la tréfilerie.

§ 1er. *Influence de la nature des minerais et des fontes sur la qualité des fers à tréfiler.*

La nature du minerai a certainement une très grande influence sur la qualité du fer à tréfiler : sous ce rapport, les minerais qui alimentent les principaux groupes de forges des États sardes, se sont montrés de qualités fort inégales, et peuvent être rangés dans l'ordre suivant :

Fer carbonaté spathique de St.-George d'Hurtières (Maurienne).

Fer oxydulé du Cogne (Aoste).

Id. de Traverselle (Ivrée).

Fer oxydé hydraté de Montescheno (Pallanza), etc., etc.

Les fers forgés provenant des minerais de Saint-Georges d'Hurtières l'emportent tellement sur tous les autres, comme matière première des tréfileries, que la commission croit devoir en conseiller l'emploi, pour la fabrication des sortes supérieures de fil, de préférence aux fers de Traverselle qui jusqu'alors étaient presque exclusivement employés par les tréfileries piémontaises.

La commission n'a pas fait d'expériences assez décisives, pour déterminer l'influence des divers modes de préparation de la fonte de fer. Elle constate seulement qu'en France, en Allemagne et en Sardaigne, les fontes avec lesquelles on fabrique les fers de tréfilerie, sont exclusivement préparées au charbon de bois; enfin, elle croit devoir conseiller l'emploi des fontes à l'air froid, de préférence à celles obtenues, toutes autres choses égales, au moyen de l'air chaud.

2. *Influence de la méthode de fabrication des fers à tréfiler.*

De toutes les méthodes d'affinage pratiquées dans les États sardes, la méthode comtoise est celle qui produit les meilleurs fers de tréfilerie. Les fers préparés par la méthode bergamasque, offrent encore des qualités fort convenables à ce genre d'élaboration : mais ils sont moins homogènes et moins faciles à travailler que ceux obtenus par la méthode comtoise. Les méthodes assez variées, fondées comme les précédentes, sur l'emploi exclusif du charbon de bois, et qui sont encore en usage dans les districts de Suse, d'Aoste, de Pallanza et de Savone, ne peuvent entrer en comparaison avec elles; enfin les fers puddlés obtenus, soit à la houille, soit au moyen des gaz des hauts-fourneaux, dans les conditions où l'on opère maintenant en Savoie, sont tout à fait défectueux, et impropres au travail de la tréfilerie.

L'emploi de l'air chaud pour l'affinage, détériore singulièrement la qualité des fers à tréfiler; elle diminue de 5 pour 100 la ténacité qu'auraient eue les fils préparés avec des fers obtenus à l'air froid.

Les fers provenant des diverses parties d'une même loupe, ne se montrent pas également propres au travail de la tréfilerie. L'expérience a vérifié la convenance de la pratique suivie à cet égard dans certaines usines françaises, où l'on réserve pour la tréfilerie les barres fabriquées avec le centre de chaque loupe. Pour donner plus de précision à ses essais, la commission a jugé convenable de faire successivement fabriquer deux loupes : la première, dont la nature pouvait être

modifiée par des fragments ferreux restant dans le foyer à la suite d'une opération pratiquée sur d'autres fontes, a toujours été laissée de côté, et l'on n'a soumis aux essais que les fers provenant de la portion centrale de la seconde loupe. Cette portion a d'abord été façonnée sous le marteau en lopin brut : celui-ci a été réchauffé, puis étiré en barres. Enfin celles-ci réchauffées de nouveau, ont été étirées au laminoir, en verges rondes de $0^m,009$, et de $0^m,008$ de diamètre.

Le corroyage améliore singulièrement la qualité des verges rondes de tréfilerie : en chauffant des paquets composés de petits tronçons de barres déjà étirées, au lieu d'étirer isolément ces dernières ainsi qu'il vient d'être dit, on augmente d'environ 6 $\frac{1}{2}$ pour 100 la ténacité du fil de fer.

La verge ronde préparée au laminoir donne des fils plus tenaces que ceux qu'on obtient avec la verge crénelée, qui autrefois était exclusivement préparée pour le service des tréfileries, et qui est encore en usage dans plusieurs usines du continent.

La verge ronde préparée au laminoir, donne les mêmes résultats que celle obtenue au martinet : toutefois le laminoir est un meilleur moyen de fabrication, en ce qu'il permet d'obtenir aisément des diamètres de 8 et même de 7 millimètres ; tandis qu'il est fort difficile de parvenir, au moyen du martinet, à des diamètres inférieurs à 11 millimètres. L'outillage le plus convenable est celui qu'ont adopté la plupart des forges françaises ; il comprend trois équipages de laminoirs qui, au moyen de 10 cannelures successives, transforment en verge ronde de tréfilerie, des barres ayant de 7 à 8 centimètres carrés de section.

Le travail au laminoir étant plus économique que le travail de la tréfilerie, on prolongerait plus qu'on ne le fait ordinairement, l'emploi de ce premier mode d'étirage, s'il n'existait une limite au delà de laquelle l'intervention du laminoir développe moins la ténacité que l'intervention de la filière. Ainsi, d'après la moyenne de 18 essais, la ténacité de fils n° 18, obtenus avec de la verge ronde de $0^m,009$, l'emporte de 7 pour 100 environ, sur celle de fils obtenus avec de la verge ronde de $0^m,008$. Sous ce rapport, l'expérience est donc venue confirmer la pratique adoptée dans les tréfileries françaises, où l'on s'applique à préparer des fils doués d'une grande ténacité.

Les fers de Maurienne, que les recherches de la commission ont classés au premier rang pour le travail de la tréfilerie, ont les mêmes propriétés physiques que les meilleurs fers de Franche-Comté. La pesanteur spécifique, tout en offrant quelques variations, n'est jamais inférieure à 7,75; la couleur est le gris d'acier, un peu bleuâtre; la cassure est grenue, compacte, très-uniforme.

3. *Influence des procédés suivis dans le travail même de la tréfilerie.*

L'expérience a démontré la convenance de la plupart des pratiques adoptées dans les meilleures tréfileries françaises.

Il est utile de soumettre la verge ronde à un décapage opéré au moyen de l'acide sulfurique très-étendu d'eau. Cette préparation ne rend pas l'étirage plus facile, mais elle augmente la ténacité du fil obtenu. Le recuit préalable de la verge ronde rend l'étirage plus facile, mais diminue

la ténacité du fil. Le décapage est donc la seule préparation à laquèlle il convienne de soumettre la verge ronde à tréfiler.

En ce qui concerne le mouvement à imprimer aux bobines à axes horizontaux et verticaux, que l'on emploie successivement, les premières pour étirer les fils du n° 28 au n° 23, les secondes pour fabriquer tous les numéros inférieurs, la commission a constaté que les vitesses variaient dans les tréfileries piémontaises, à peu près en raison inverse du diamètre des fils. Elle a de plus reconnu que la vitesse de bobines à axe horizontal ayant $0^{m},60$ de diamètre, employées pour étirer la verge ronde, ne devait pas dépasser $1\frac{1}{2}$ tour par minute; et qu'un accroissement de vitesse au début de l'étirage, diminuait la ténacité du fil obtenu.

Pour passer aisément à la filière, le fil doit être enveloppé d'une certaine quantité de graisse : mais un excès de cette substance altère notablement la ténacité du fil.

Chaque passage à la filière diminue la ductilité qui ne peut être régénérée que par des recuits opérés en vase clos. Il est fort difficile d'étirer le fer du n° 28 au n° 18, sans le soumettre à un recuit, et les fragments de fils qu'on pourrait obtenir ainsi, seraient remplis de pailles et de gerçures. D'un autre côté, un fil qu'on aurait soumis à de très-nombreux recuits, afin d'en rendre l'élaboration plus facile, perdrait en grande partie sa ténacité. Les fils n° 18 ayant le maximum de ténacité, doivent être obtenus au moins avec un recuit et au plus avec deux. Pour un nombre donné de recuits, la ténacité est d'autant plus grande que le numéro auquel a été appliqué le dernier recuit, est plus éloigné du n° 18.

Les décapages à l'acide sulfurique opérés sur les fils après les recuits intermédiaires, n'ont aucune influence sur la ténacité des fils, et sont par conséquent inutiles.

En résumé, la méthode qui convient le mieux à la fabrication des fils n° 18, comprend les opérations ci-après : 1° corroyer les barres de fer en paquets, et les étirer sous le laminoir en verge ronde n° 28 ; 2° décaper cette verge à l'acide sulfurique étendu d'eau ; 3° passer à la filière, à diverses reprises, la verge ainsi préparée, de manière à l'amener sans recuit au n° 24 ; 4° soumettre ce fil à un recuit, puis étirer sans nouveau recuit jusqu'au n° 18.

La ténacité du fil croît à mesure que le diamètre du fil diminue. Cet accroissement de ténacité paraît être dû à l'accroissement de cohésion, que l'action de la filière imprime à la surface du fil ; du moins le fait observé s'explique naturellement dans cette manière de voir, puisque le rapport de la masse de fer ainsi modifiée à la masse totale, augmente à mesure que le diamètre du fil diminue (1).

La ténacité pour un diamètre donné du fil, est d'autant plus grande, que ce diamètre a été

---

(1) Les expériences de MM. Brix et Séguin (voir le Traité de l'Exploitation des mines, par M. Combes ; tome I, conduisent à modifier l'énoncé de cette loi que les auteurs ont déduite d'expériences faites seulement sur les plus gros numéros de fils de fer. Il est constaté que la ténacité ne croît pas régulièrement à mesure que le diamètre diminue, mais qu'elle présente entre les numéros extrêmes une suite de *maximum* et de *minimum*. Ce fait me paraît être un résultat complexe dû à ce qu'on pourrait nommer l'interférence de plusieurs lois simples.

1° L'action répétée de la filière augmente graduellement la ténacité des fils aux dépens de la ductilité jusqu'à

obtenu par de plus nombreux passages à la filière.

L'allongement que subissent les fers avant la rupture, augmente avec le poids qui produit la tension et le nombre de recuits auxquels ce fil a été soumis : il a varié, pour l'unité de longueur, dans les fers essayés par la commission entre 0,004 et 0,007.

Si le fil de fer est tendu par un poids moindre que celui qui est nécessaire pour la rupture, il revient exactement, en vertu de son élasticité, à la longueur primitive, lorsque le poids ne dépassant pas une certaine limite, cesse d'agir sur lui; lorsque cette limite est dépassée, le fil conserve un certain allongement. Le poids à partir duquel cet allongement commence à devenir appréciable, mesure la propriété qu'on désigne sous le nom de résistance élastique. La commission a constaté que, dans les meilleures sortes de fils de fer indigènes, la résistance élastique varie entre les 42 et les 67 centièmes du poids qui détermine la rupture.

La commission conclut de l'ensemble de ses recherches, qu'en suivant la méthode de fabrica-

---

un *maximum* où la ductilité étant détruite, la continuation de la même action altérerait la structure du fil.

2° Le recuit donné au fil amené à cet état rétablit la ductilité en diminuant la ténacité.

3° L'action de la filière appliquée de nouveau au fil recuit, rétablit la ténacité jusqu'à un nouveau *maximum* d'autant plus élevé que le diamètre du fil est moindre et que l'action de la filière a été plus prolongée.

Dans les expériences faites par MM. Brix et Séguin sur une suite de numéros obtenus avec le même fil, chaque *minimum* de ténacité correspond vraisemblablement aux numéros pour lesquels le recuit précédent a été suivi du moindre nombre de passages à la filière.

tion indiquée, les tréfileries sardes pourront livrer des fils de fer dont la ténacité sera supérieure à celle de tous les fils employés dans les ponts suspendus construits jusqu'à ce jour en Piémont.

Reconnaissant au reste que les changements à introduire dans les méthodes actuelles et dans la constitution des usines, amèneront une augmentation dans le prix de revient, la commission émet le vœu que les tréfileries sardes soient encouragées à entrer dans cette voie par diverses mesures dont le gouvernement prendrait l'initiative, et surtout par l'élévation du tarif de douanes.

NOTE

Sur les masses tuberculeuses de carbone déposées derrière la maçonnerie réfractaire des hauts-fourneaux de Niederbronn (Bas-Rhin).

Par M. F. ENGELHARDT, directeur de l'usine de Niederbronn.

A la mise hors des hauts-fourneaux on remarque, en démolissant les ouvrages encore chauds, une pluie d'étincelles ou de poussier de charbon embrasé qui tombent des fentes et des crevasses du fourneau ; on croit d'abord que ce n'est que du poussier qui s'enflamme, mais quand on suit ces étincelles et qu'on recherche d'où elles proviennent, on remarque que ce sont des dépôts de charbon qui se sont formés derrière les pierres de l'ouvrage, derrière les étalages, ou même quelquefois jusqu'au haut derrière les parois du gueulard.

Ce charbon, qui paraît avoir pénétré par les fissures les plus fines, vraisemblablement à l'état gazeux, se trouve déposé en masses tantôt amorphes, tantôt sous forme de boules plus ou moins fortes, de $0^m,05$ à $0^m,40$ de diamètre ; ces boules ont un centre compacte amorphe, entouré d'une masse de structure radiée et offrant à sa surface des tubercules stalagmitiques. Ce carbone, doux au toucher, a tous les caractères de la plombagine. En le frottant entre les doigts il les tache d'un noir brillant comme celle-ci, il se brûle complétement et ne laisse après l'incinération que quelques traces d'oxyde de fer.

Ce carbone ne me paraît pouvoir être arrivé aux endroits où il se trouve déposé qu'à l'état gazeux. M. Le Play, dans son beau Mémoire sur l'action du carbone dans la cémentation (*Annales des mines*, 1841, XIX, p. 267), est déjà porté à l'opinion d'admettre le carbone volatilisé dans les hauts-fourneaux, et il cite comme ayant établi le premier la volatilité du carbone, les expériences de M. Laurent, Ann. de chim. et phys., t. LXV, p. 417.

Les faits que je viens d'indiquer me paraissent confirmer ces idées et sont bien difficiles à expliquer sans admettre la gazéification du carbone.

OBSERVATIONS

Sur des publications de M. Ebelmen, concernant l'application des gaz à la métallurgie.

Par MM. LAURENS et THOMAS, Ingénieurs.

Depuis 1835, époque à laquelle les avantages manufacturiers que nous avions obtenus, firent adopter dans les usines les chauffages de générateurs au moyen du combustible gazeux qui se perd par le gueulard des hauts-fourneaux, divers essais ont eu lieu, soit en France, soit à l'étranger, sur le même sujet. Les résultats significatifs et nouveaux auxquels, dès le principe, nous étions parvenus, nous avaient bien montré toute la portée de l'application des gaz dans les forges : aussi avons-nous sans cesse travaillé au perfectionnement de cette application, dont l'importance est aujourd'hui si bien sentie. Au commencement de 1841, après de longs travaux, nous sommes parvenus, en collaboration de MM. d'Andelarre et de Lisa, à mettre en roulement le procédé de Treveray.

On ne doit pas être étonné qu'il ait fallu bien du temps, bien des études et de si grandes dépenses pour arriver à constituer, puis à régulariser le vaste appareil chimique composé d'un haut-fourneau, de fours à gaz et de leurs accessoires : cet appareil cependant fonctionne avec la plus grande régularité dans les mains de simples ouvriers, et il donne des produits économiques. (Voir le Compte rendu des travaux de l'adminis-

tration des mines en 1842, page 43; voir également l'ouvrage de M. François, ingénieur des mines, sur la métallurgie du fer dans l'Ariége.) N'ayant sollicité aucune subvention du gouvernement pour poursuivre et atteindre ce but, nous avons dû mettre nos droits acquis par tant de sacrifices de temps et d'argent, sous la protection de la loi, en nous munissant de brevets d'invention.

C'est avec une pénible surprise que nous avons vu plusieurs fois nos travaux et nos droits méconnus ou attaqués indirectement dans les *Annales des mines*, par M. Ebelmen. De graves inexactitudes ont été commises, sans doute bien involontairement, par leurs auteurs. Récemment encore, M. Ebelmen, dans son mémoire sur le moyen de convertir en gaz les combustibles pour les appliquer à la métallurgie (tome 3 de la 4e série des *Annales des mines*, publié en septembre dernier), s'attribue la priorité d'invention du procédé qu'il décrit. Aux dates de ses publications de 1843 et même de 1842, sur lesquelles il s'appuie, nous opposerons celle du brevet que M. d'Andelarre a déposé le 1er juillet 1841, à Bar-le-Duc; le titre fort clair de ce brevet, que l'on trouve publié partout, est ainsi conçu : « Brevet pour l'application des gaz des hauts-fourneaux et autres foyers industriels ou produits divers, aux traitements métallurgiques et toutes autres usines à feu, et encore pour *la création* et l'utilisation des gaz autres que ceux des hauts-fourneaux. » Plusieurs additions suivirent bientôt les 8 août, 13 novembre, 22 décembre 1841, etc., etc. Ce texte contient antérieurement à toute publication de M. Ebelmen, les principes théoriques, les pro-

cédés qu'il a exposés dans ses mémoires et l'appareil producteur de gaz qui vient d'être essayé à Audincourt, appareil que nous avions dénommé gazogène ou générateur de gaz.

L'idée d'employer des combustibles gazéifiés dans les forges, là où l'on ne brûlait que des combustibles solides, a dû se présenter à un très-grand nombre de personnes dès que furent connus les remarquables résultats du travail du fer par les gaz des hauts-fourneaux; mais l'importance d'une semblable question tout industrielle, n'est pas même indiquée par cette simple idée : celle-ci n'acquiert de valeur que quand elle est accompagnée d'appareils manufacturiers et de procédés capables de donner un résultat économique.

Aussitôt qu'un travail sur un procédé de conversion des combustibles en gaz fut présenté à l'Académie par M. Ebelmen, nous avons appelé l'attention de cette assemblée sur nos droits acquis.

Nous nous sommes toujours abstenus de réclamations et même de cette polémique à laquelle diverses publications semblaient nous inviter, parce que nous voulions, ce que nous voulons encore aujourd'hui, nous maintenir sur le terrain manufacturier et sur le terrain légal où nous trouverions les juges naturels et compétents de semblables débats.

Nous n'ajouterons plus à cette note, beaucoup trop longue déjà, que cette observation générale, qu'il est d'usage, quand on fait des expériences sur des procédés brevetés, de se pourvoir d'une autorisation des détenteurs de brevets. Nous voyons en effet, dans le cahier de juillet-août 1843, des Annales des ponts et chaussées, que M. Gueymard, ingénieur en chef des mines, voulant pra-

tiquer l'essai d'un procédé pour la conservation des bois, ce savant, aussi respectable par son caractère que par son talent, fit demander à l'auteur du brevet l'autorisation de mettre sa découverte en expérimentation : elle lui fut accordée avec empressement.

RÉPONSE

Aux observations de MM. Laurens et Thomas.

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

Il y a deux choses parfaitement distinctes dans la note précédente : l'emploi des gaz des hauts-fourneaux pour le travail du fer, la transformation des combustibles solides en gaz.

MM. Laurens et Thomas se plaignent d'avoir vu leurs droits méconnus ou attaqués indirectement par moi dans les *Annales des mines*. Le manque de précision des allégations relatives à l'emploi des gaz des hauts-fourneaux me dispense à cet égard de toute réponse.

J'arrive maintenant à la transformation des combustibles solides en gaz. Je tiens, autant que personne, à voir cette question parfaitement éclaircie.

Après avoir lu la note de MM. Laurens et Thomas, j'ai examiné le texte des brevets sur lesquels ils fondent leur réclamation de priorité.

Le brevet principal du 1er juillet 1841 (1), les additions des 8 août, 13 novembre et 7 décembre 1841 contiennent la description d'un procédé pour le puddlage de la fonte, au moyen des gaz des hauts-fourneaux. Pour augmenter, soit le volume, soit la teneur en principes combustibles de

(1) Toutes les dates indiquées sont celles de la demande du brevet. Le brevet n'est délivré que quelques mois après, et c'est seulement alors que le public peut en prendre connaissance.

ces gaz, M. d'Andelarre indique l'emploi de cornues chauffées extérieurement ou l'utilisation des gaz des fours à coke.

Le brevet d'addition du 22 décembre 1841 (accordé le 29 avril 1842), contient la description d'un appareil qu'on nomme *gazogène*, construit comme un fourneau à cuve, et dans lequel on injectera de l'air mêlé avec de la vapeur d'eau, pour produire des gaz combustibles.

Ainsi, l'invention du gazogène de MM. Laurens et Thomas ne date que du 22 décembre 1841. Quinze jours auparavant (7 décembre), les auteurs de la réclamation demandaient encore un brevet d'addition pour faire des gaz dans des cornues chauffées extérieurement.

De mon côté, il me sera facile d'établir la date précise de mes premières expériences sur la transformation des solides en gaz.

Mon mémoire intitulé : « *Recherches sur la composition et l'emploi des gaz des hauts-fourneaux* (*Annales des mines*, t. 20, p. 350), a été adressé à M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics, le 27 décembre 1841 (1). Il a été présenté à l'Académie des sciences le 17 janvier 1842, et un extrait de ce travail a été inséré dans le Compte rendu de la séance du 24 (tom. XIV, p. 174). Les premiers résultats que j'avais obtenus, en transformant des combustibles fixes en gaz, *par l'injection de l'air seul ou mélangé de vapeur dans un fourneau à cuve*, sont clairement décrits dans mon mémoire (page 467), dans le Compte rendu de l'Académie (page 179), et dans le Rap-

(1) Date de l'enregistrement au ministère.

port fait sur ce mémoire le 28 mars 1842 (p. 475), par M. Chevreul.

Aucune réclamation ne fut adressée à l'Académie par MM. Laurens et Thomas, soit à l'occasion du mémoire, soit à l'occasion du rapport.

Il est incontestable que mes expériences ont été faites à Audincourt dès le mois d'octobre 1841, puisque j'ai été rappelé à Paris dans les premiers jours de novembre, par la reprise des cours de l'École polytechnique et de l'École des mines. Cette date, *qui pourrait au besoin être établie légalement*, prouve que mes expériences ont précédé de deux mois la prise du brevet du 22 décembre, époque à laquelle les premiers résultats de mes essais avaient été communiqués déjà à plusieurs personnes, soit à Paris, soit en Franche-Comté.

On concevra avec peine que MM. Laurens et Thomas, qui venaient de demander un brevet pour l'invention de leur gazogène, trois semaines avant la présentation de mon travail à l'Académie, aient attendu deux ans pour réclamer la priorité, et qu'ils aient laissé passer, sans une seule observation, le compte rendu du 17 janvier 1842 et le rapport du 28 mars suivant.

Au surplus, on peut examiner si les principes théoriques, si les appareils décrits dans tous les brevets antérieurs au 22 décembre 1841, présentent de l'analogie avec mes expériences d'octobre 1841.

Il est bien évident qu'il n'y a pas la moindre ressemblance entre le fourneau à cuve que j'ai employé à Audincourt, comme générateur de gaz, et qui m'a permis de maintenir au blanc un petit four à réverbère pendant plusieurs heures, et les

cornues décrites par MM. Laurens et Thomas dans leurs brevets.

J'ai produit des gaz en lançant de l'air seul ou mélangé avec de la vapeur d'eau sur du charbon en colonne épaisse, et j'ai obtenu un mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote. Or les principes théoriques relatifs à la production de ces gaz sont dans le domaine de la science. On sait depuis longtemps que toute combustion du charbon en excès par l'air donne de l'oxyde de carbone (1). On sait aussi que la vapeur d'eau est décomposée par le charbon incandescent. Le seul fait théorique que j'aie déduit de ces premières expériences est l'absorption de chaleur produite par la décomposition de la vapeur au contact du charbon, résultat qui a confirmé les conclusions que j'avais tirées des expériences de Dulong.

Ces premiers essais, faits en collaboration de feu de M. Jeanmaire, directeur, et M. Page, ingénieur de la compagnie d'Audincourt, nous avaient conduits à ce résultat important, qu'on pouvait obtenir, avec des combustibles en menu et mélangés de matières terreuses, comme le fraisil des halles, des gaz en assez grande abondance et assez

---

(1) *Traité de chimie*, par M. Dumas, t. 1, p. 511 (1828). « L'oxyde de carbone se forme quelquefois dans la » combustion du charbon, lorsque le courant d'air est trop » faible relativement au volume du charbon incandescent. » C'est lui qui occasionne souvent une flamme bleue qui » apparaît au dôme des fourneaux à réverbère. Ce phé» nomène se conçoit aisément, puisque l'acide carbonique » est ramené à l'état d'oxyde de carbone par le charbon à » la température rouge. » Dans l'ouvrage de Berzélius, t. 1, p. 222, édition belge, on lit à peu près la même phrase.

riches en principes combustibles pour maintenir un four à réverbère à la chaleur blanche (mémoire cité, page 467.)

Dans tous les brevets de MM. Laurens et Thomas, antérieurs au 22 décembre 1841, il n'est question que de cornues chauffées extérieurement et destinées principalement à la distillation de la houille. On y fait également passer les gaz des hauts-fourneaux, l'acide carbonique provenant de la décomposition des calcaires par la chaleur *ou par des acides* (1) ou un petit courant d'air forcé. Tous ces principes théoriques sont dans le domaine public; mais on ne trouve dans ces brevets aucune description d'appareil producteur de gaz qui ait de l'analogie avec le générateur employé au mois d'octobre à Audincourt. Je n'hésite pas à affirmer que tous ces procédés n'ont pas fait avancer d'un seul pas la solution pratique de la question qui nous occupe, celle de la transformation des combustibles solides en combustibles gazeux. Je désire très-vivement que MM. Laurens et Thomas rendent public le contenu de leurs brevets, afin que tous les métallurgistes puissent juger de la valeur de mon assertion, en toute connaissance de cause.

Il est bien clair que la réussite des procédés employés pour obtenir de hautes températures par la combustion des gaz des hauts-fourneaux a seule fait naître l'idée de transformer les combustibles solides en gaz. Il est donc tout naturel qu'on se soit occupé simultanément de la question en France et en Allemagne. J'ai résumé dans mon dernier mémoire (tome III, page 207, 4e série),

(1) Brevet du 13 novembre 1841.

quelques indications fort nettes et fort judicieuses, publiées sur ce sujet par M. Karsten en 1841 (1). Depuis cette époque on a fait en grand, dans l'usine royale de Kœnigshutte, en Silésie, dans celle de Saint-Stéphan, en Styrie, etc., de nombreuses expériences pour employer des combustibles dans des générateurs de gaz, qui sont tous de véritables fourneaux à cuve traversés par un courant d'air forcé. En France, les expériences sur la production des gaz n'ont encore été faites, à ma connaissance, que dans les usines de la compagnie d'Audincourt, où elles ont donné lieu à des procédés devenus aujourd'hui tout à fait pratiques. *Mais je ne sache pas que MM. Laurens et Thomas aient fait sur ce sujet aucune expérience en grand ou en petit, dont les résultats aient été portés, d'une manière quelconque, à la connaissance du public.*

Dans tout ce qui précède, je me suis abstenu de discuter la validité des brevets de MM. Laurens et Thomas. La question scientifique doit être distinguée soigneusement de la question légale. Les droits à l'invention scientifique s'acquièrent par des publications et des expériences. Ils ne sont pas définis d'une manière nette, comme les droits à la propriété légale. C'est aux détenteurs des brevets à les faire valoir comme ils l'entendront, et sans que je veuille me mêler en rien à une question toute d'intérêt privé.

Au surplus, MM. Laurens et Thomas ne sont pas

---

(1) *Handbuch der eisen Huttenkunde*, t. 3, p. 373, 3e édition. La préface de M. Karsten est datée du 26 mai 1841, et l'ouvrage a paru en entier dans l'année.

les seuls qui aient songé à se munir de brevets pour la transformation des combustibles en gaz. On lit en effet la phrase suivante dans un brevet du 2 juin 1841, délivré à M. Paravicini (1) :

« Je déclare encore que ces foyers de généra-» tion (de gaz) pourront être établis dans cer-» tains cas, comme l'affinage du fer au bois, à » la tourbe ou à la houille, uniquement pour » le chauffage par la combustion des gaz, sans » que les combustibles primitifs servent à un pre-» mier emploi. »

---

(1) Ce brevet est une addition au brevet d'importation du 29 janvier 1841, qui contenait la description du procédé employé à Wasseralfingen par M. Faber-Dufaur pour le puddlage au moyen des gaz des hauts-fourneaux.

OBSERVATIONS

sur les explications précédentes de M. Ebelmen,

Par MM. LAURENS et THOMAS, Ingénieurs.

C'est un devoir pour nous que d'exprimer à MM. les membres de la commission des *Annales des mines* notre reconnaissance d'avoir bien voulu ordonner l'insertion de nos observations sur les mémoires de M. Ebelmen, après les avoir examinées avec une attention particulière ; on ne devait pas moins attendre de la haute impartialité de la commission, dans une discussion toute personnelle entre un membre de l'administration des mines et des personnes qui lui sont étrangères.

Dans son mémoire de 1842 et dans une note jointe à celui de 1843, M. Ebelmen s'attribuait la priorité absolue au point de vue scientifique comme au point de vue de l'application à la métallurgie, de toutes les recherches et travaux sur l'emploi des combustibles à l'état de gaz; dans la réponse qu'il vient de faire à nos premières observations, il reconnaît que les principes scientifiques sur lesquels repose la transformation des combustibles en gaz étaient déjà connus, et il fait à ce sujet diverses citations de savants ouvrages qu'il n'avait point encore produites précédemment dans ses mémoires. La question industrielle, c'est-

(1) Ces observations et celles qui ont été précédemment publiées nous sont communes avec MM. d'Andelare et de Lisa, propriétaires des forges de Tréveray.

à-dire la question des appareils et du procédé manufacturier, laquelle est tout à fait indépendante de la question scientifique, reste seule et entière : quant à ce qui la concerne, M. Ebelmen est également amené à reconnaître qu'il ne peut pas mieux conserver de priorité. Si on examine en effet avec attention les nombreuses dates qu'il cite, il demeure évident que les mémoires descriptifs joints à nos brevets sont tous antérieurs, même à la première de ses publications, et que par conséquent, la priorité du procédé industriel nous est incontestablement acquise. Néanmoins il revendique encore une sorte de priorité, nous ne ne savons de quelle nature, différente de celle par nous acquise, parce qu'en son particulier il aurait inventé, en octobre 1841, et essayé alors à Audincourt, un appareil convenable, suivant son auteur, pour la formation des gaz combustibles.

Ainsi la discussion soulevée par M. Ebelmen se trouve beaucoup simplifiée, puisque, d'après ses propres explications, tous ses droits à la priorité sont maintenant réduits à son essai d'Audincourt, essai qui, nous le verrons plus loin, a seulement consisté en deux expériences imparfaites, chacune de très-courte durée.

Nous ne nous arrêterons point à faire ressortir contre cette réclamation de priorité, les conséquences de ce fait, que toute publication de ces expériences est postérieure à nos mémoires descriptifs; nous ne nous arrêterons pas davantage sur cet autre fait, qu'elles ne furent tentées que quatre mois après le dépôt de notre premier brevet, dont le titre à lui seul mentionnait le même objet, celui de *créer des gaz combustibles;* ce serait superflu, puisque ces expériences n'ont porté

que sur un appareil nullement manufacturier, incapable de donner des résultats réguliers, n'ayant d'ailleurs aucun rapport avec le procédé actuel (1). Il est facile de se convaincre de cette vérité en lisant la description que M. Ebelmen a faite de ces essais, dont il exagère aujourd'hui l'importance, dans son mémoire de 1842; ils y sont cependant relatés déjà avec toute l'extension que leur auteur a pu leur donner à cette époque (2).

Nous admettrons néanmoins que cette description soit scrupuleusement exacte, et même qu'une constatation régulière et légale le reconnaisse; et cependant nous maintiendrons que ces deux expériences ne constitueraient point un titre à la priorité sur nos propres travaux.

Sur quoi, en effet, ont-elles porté? Nous voyons, page 466 (3), que la première a eu pour but de produire des gaz par la décomposition de l'eau et du charbon dans des cornues, comme l'avait dit quatre mois plus tôt un de nos brevets; la seconde, faite comme la précédente, *à la hâte*, suivant l'expression de M. Ebelmen, aurait eu pour but de former des gaz au moyen d'une espèce de foyer à grille, faisant partie du four à réverbère même, page 467. Ce dernier appareil

---

(1) On sait que le procédé actuel consiste à former des gaz combustibles au moyen d'un petit haut-fourneau ou fourneau à cuve et à tuyère.

(2) Pages 467 et 468, tome XX, 3e série des *Annales*. Toutes les dates que M. Ebelmen accumule dans sa réponse, montrent que s'il a fait des expériences à Audincourt, il n'a pu les faire qu'avant le mois de novembre, époque de son retour à Paris; mais elles ne montrent point que ces expériences aient eu lieu, et encore moins quel est l'objet sur lequel elles ont porté.

(3) Tome XX, 3e série des *Annales*.

n'était lui-même que l'ébauche imparfaite de celui que M. Ebelmen propose comme modèle à suivre dans son mémoire, modèle qu'il présente comme plus complet, plus propre à son objet, que l'appareil d'essai. C'est donc ce modèle que nous mettrons sous les yeux du lecteur, avec la description donnée par l'auteur; nous irons ainsi de suite au fond de la question en examinant la pensée achevée et tout entière de M. Ebelmen. Cet examen, en appelant l'attention sur la nature et le caractère du travail publié en 1842 par cet ingénieur, travail si différent de son mémoire de 1843, empêchera de donner crédit à la supposition que s'il eût été publié quelques mois plus tôt, il eût mis dans le domaine public, le système pratique de formation des gaz combustibles. Il n'est question, en effet, de ce dernier système que dans le mémoire de 1843, lequel a paru un an et demi après la description très-détaillée qui en fut donnée par nous en 1841, dans le mémoire joint au brevet du 22 décembre.

Voici en quel termes M. Ebelmen expose ses idées sur la manière de convertir les combustibles en gaz :

« Supposons qu'on place le charbon *sur la*
» *grille* d'un four à réverbère et qu'on alimente
» la combustion par un courant d'air forcé intro-
» duit *sous la grille*. Si le charbon est en couche
» épaisse le résultat de la réaction sera de l'oxyde
» de carbone. »

L'auteur propose ensuite de brûler cet oxyde de carbone par une injection spéciale d'air au-dessus de la grille; il donne même un dessin à l'échelle de son système, de façon qu'il ne peut y avoir de doutes sur ce que les termes du

discours signifient. Ce dessin est reproduit ici *Pl. XVI*, *fig.* 1. La description qu'en donne M. Ebelmen est celle-ci, page 463 : « Toutes les conditions que je viens de signaler » me paraissent faciles à réaliser dans la pratique; » la *fig.* 9, *Pl. IX* représente la coupe longitudinale d'un four établi d'après ces principes.

» Le vent froid, destiné à la production du gaz » oxyde de carbone, arrive dans la chambre A à » double porte, sous une tension supérieure à la » pression atmosphérique. L'air traverserait toute » l'épaisseur du combustible placé dans le four» neau cylindrique M et produirait successive» ment de l'acide carbonique, puis de l'oxyde de » carbone : un rampant B amène le gaz devant » les tuyères *t* qui projettent de l'air chauffé et » brûlent complétement les gaz dans l'intervalle » *c d*, etc., etc. »

Les lettres *v v* indiquent des orifices pour injecter de la vapeur au besoin.

Le système de M. Ebelmen est donc une simple modification des foyers des fours à réverbère; comme précédemment *chaque four* est muni de *son foyer* qui est également *à grille* et ne diffère uniquement des foyers ordinaires que par une injection d'air forcé *dans le cendrier*. Ce genre de foyer, à injection d'air sous la grille, a été maintes fois employé dans l'industrie; mais avec peu de succès, excepté pour certaines applications; ainsi il marchait depuis plusieurs années adapté à des fours à réverbère, lorsque M. Ebelmen le proposait; seulement des essais multipliés ont constamment montré qu'il était superflu de

souffler de l'air neuf par des tuyères *t*, dans les produits de la combustion; qu'il en résultait même un moindre effet utile; nous disons produits de la combustion, et non gaz combustible, parce que réellement ce foyer, même chargé de la plus haute couche de combustible dont on puisse pratiquement couvrir une grille, ne dégage qu'un mélange d'acide carbonique et d'azote renfermant très-peu d'oxyde de carbone. Nous savons bien qu'en donnant à la couche de combustible une hauteur beaucoup plus considérable, on parviendrait à obtenir plus d'oxyde de carbone; ce serait alors transformer le système de M. Ebelmen en un autre, plus théorique il est vrai, mais dont les avantages seraient au delà compensés par la perte de chaleur provenant du rayonnement de la colonne en ignition : et, d'ailleurs, ce système ainsi perfectionné serait-il plus praticable et plus efficace? On ne peut l'admettre; car tout fourneau pour produire les gaz, basé sur le principe de ce système, par conséquent sur l'introduction de l'air par les ouvertures mêmes qui servent à l'évacuation des résidus du combustible employé, est vicieux en théorie aussi bien qu'en application : il est vicieux en théorie, parce que les ouvertures d'entrée d'air sont alors trop grandes pour que l'air pénètre avec la vitesse nécessaire à la formation rapide de l'oxyde de carbone; il est inapplicable en industrie, parce que quelle que soit la grandeur de ces ouvertures, elles ne peuvent permettre une évacuation régulière et constante des résidus, non plus qu'une injection d'air constante, et toute régularité de marche devient impossible.

Dans l'appareil que M. Ebelmen propose

comme modèle aux maîtres de forges *fig.* 1, *Pl. XVI*, quoique le cendrier soit déjà à 1m,50 en contre-bas du sol, l'ouvrier ne peut atteindre la porte de travail du four à réverbère placée à 1m,50 au-dessus du sol; et cette porte serait encore bien plus élevée si la couche de combustible était suffisante pour la formation de l'oxyde de carbone. Nous n'objecterons point l'incessant encrassement de la grille de cet appareil, qui à lui seul serait un obstacle sérieux; son auteur a répondu sans réplique à cette objection en logeant *dans le cendrier* de chaque four, au dessous de la grille, *un ouvrier* pour veiller au nettoyage de celle-ci; on le voit page 463, ligne 24, où il est dit : « Enfin un ouvrier peut séjourner » dans la chambre A pour décrasser la grille, etc. »

Assurément ce n'est pas un haut-fourneau, ni petit, ni grand, ou un fourneau à cuve, qu'un foyer muni *d'une grille et d'un cendrier*, d'un cendrier fort important dans lequel un ouvrier, doit séjourner! Celui qui donnerait un pareil nom à l'appareil de M. Ebelmen, pourrait bien croire aussi que, dans certains embarras des hauts fourneaux, l'*ouvrier entre par la tuyère*.....

Ce premier mémoire de M. Ebelmen, dont nous venons de donner la substance, fût-il antérieur à notre mémoire descriptif du 22 décembre 1841, qu'il ne nuirait donc en rien à notre priorité; mais la question est plus claire encore puisqu'il lui est postérieur : les dates citées par l'auteur même de la réponse, en font foi.

Voyons maintenant, d'après la relation de M. Ebelmen, comment ses expériences d'Audincourt auraient été faites.

Nous trouvons d'abord qu'il y a eu simple-

ment *deux* expériences qui, ensemble, n'ont duré que de très-courts instants. Voir les pages 466 et 467.

L'auteur dit, page 468 :

« Le temps ne m'a pas permis de continuer ces » essais et d'en comparer les résultats économi- » ques : *ceux que je viens de décrire ont été faits* » *à la hâte.* »

Les appareils ont été installés de même *à la hâte* (en deux jours) et fort incomplétement.

La première expérience aurait consisté à faire passer de l'eau en filet mince dans un tuyau vertical en fonte de 2^m,50 de long, rempli de charbon et chauffé *extérieurement.*

Pour faire une expérience de quelque signification sur la vapeur, il faut qu'elle ait en même temps durée appréciable et régularité: chacun sait que pour cela une chaudière à vapeur complète est nécessaire. Comme il n'y en avait pas à Audincourt, ni de petite, ni de grande, nous devons regarder les passages du mémoire relatifs à ce sujet, comme une simple indication d'expériences à faire et non comme le résultat d'une expérience faite, ce que cependant l'on serait tenté de croire d'après la réponse de M. Ebelmen.

Nous lisons, page 467, que la deuxième expérience aurait consisté à faire rougir un petit four à réverbère au moyen des gaz formés dans le foyer dont le perfectionnement est dessiné et publié dans le mémoire (le voir *fig.* 1, *Pl. XVI*) il est à remarquer que les gaz arrivent dans ce four après avoir *traversé la cornue de l'expérience précédente.* Ainsi ce n'est pas même sur l'appareil proposé par M. Ebelmen dans sa publication de 1842 qu'aurait eu lieu l'essai : il y a ajouté une cornue où les gaz

provenant du susdit appareil subissent une nouvelle réaction. Sans doute il pensait, et avec raison, que ces gaz contiendraient une trop grande quantité d'acide carbonique, et il voulait diminuer cette quantité par leur passage dans une cornue chauffée extérieurement.

Ces deux expériences n'ont donc porté en réalité que sur des gaz formés comme ils l'étaient dans le brevet du 1er juillet 1841. Elles n'ont pu être accompagnées d'aucune analyse des gaz, tant elles ont été faites *à la hâte* et incomplétement. De l'aveu même de M. Ebelmen, il n'y aurait pas eu d'autres essais tentés à Audincourt en 1841 (1), et, d'après leur nature, on ne peut pas sérieusement les regarder comme l'origine du procédé actuel de formation des gaz, avec lequel ils n'ont aucun rapport, puisqu'on ne saurait prendre *des cornues*, et encore moins *un foyer à cendrier* pour *le fourneau à cuve et à tuyère* de notre procédé. M. Ebelmen avait sans doute perdu de vue et son mémoire et ces faits quand il confond des choses aussi distinctes dans sa réponse.

On a pu juger, d'un autre côté, si ces essais avaient porté sur quelque procédé manufacturier; leur auteur même a devancé le jugement des métallurgistes sur cette dernière question en abandonnant le système d'appareils qu'il avait employé, pour adopter nos propres appareils l'année suivante, quand il fait son travail de 1843. On aura remarqué que dans son travail de 1841? M. Ebelmen n'ajoutait aucune espèce de fondant

(1) Cet essai n'avait laissé à Audincourt ni appareils, ni procédé, ni produits d'aucune sorte, au mois de mars 1842, époque à laquelle l'un de nous a visité cette usine.

au combustible ; il n'en parle même pas du tout, tant l'idée de son foyer à cendrier et à grille était à cette époque, pour lui, éloignée de celle d'un fourneau à cuve. Nous ne trouvons l'addition du fondant, comme nous la faisions en 1841, que dans le mémoire de 1843, alors qu'il est parlé pour la première fois de notre appareil, c'est-à-dire du petit haut-fourneau.

M. Ebelmen insiste longuement sur ce que nous n'aurions pas adressé de réclamation à l'Académie des sciences après la présentation de son premier mémoire non plus qu'après le rapport auquel il a donné lieu. La raison de notre silence est bien naturelle : certains que le mémoire présenté contenait seulement des généralités sur la question des combustibles gazeux et pour procédé la fabrication des gaz par l'intermédiaire des cornues (car on ne pouvait regarder comme nouvelle et appeler procédé de fabrication des gaz une modification aux foyers des fours à réverbère), il n'y avait pas lieu pour nous à revendiquer la priorité d'un procédé que nous avions reconnu défectueux ; il est bien assez pénible de réclamer ce qui est bon, sans le faire encore pour ce qui ne l'est pas. Il n'y avait pas de réclamations à adresser à l'Académie après la lecture du rapport : elles n'auraient signalé que trop tard les inexactitudes commises dans le mémoire qui lui fut soumis, relativement à ces expériences d'Audincourt avec emploi d'air chaud et de vapeur d'eau.

Aussitôt que M. Ebelmen eut présenté à l'Académie son mémoire de 1843, le premier où il est question du procédé actuel de formation des gaz, une note fut remise par nous à cette assemblée avec copie de nos mémoires descriptifs.

Nons ne savons dans quel but M. Ebelmen cite des travaux allemands dans cette question ; puisqu'il les connaît, il sait qu'ils datent d'une époque bien postérieure à nos brevets; et nous ajouterons, que quoique exécutés aux frais des gouvernements, ils sont bien moins importants que ceux de Tréveray.

Si l'on considère au point de vue de la science le mode d'emploi des combustibles à l'état de gaz, qui semble devoir être si utile à la métallurgie, on voit qu'il repose entièrement sur la connaissance et l'application de deux faits scientifiques : le premier est la transformation complète et rapide de l'acide carbonique d'abord formé, en oxyde de carbone, dans tous les fourneaux à tuyères. C'est à M. Leplay, ingénieur en chef des mines, qu'est due l'observation et l'explication de. ce phénomène, qui lui a servi, dès 1836, à déterminer les réactions qui s'opèrent dans les fourneaux à injection directe d'air forcé, et, notamment dans les hauts-fourneaux.

Le second est le développement, produit par la combustion de l'oxyde de carbone, d'une quantité de chaleur bien plus considérable que celle assignée par la loi de Welter. Si ce gaz n'avait, en effet, comme on le croyait encore en 1838, qu'une puissance calorifique proportionnelle à l'oxygène nécessaire à sa transformation en acide carbonique, comment expliquerait-on l'abaissement de température qui se manifeste au moment de sa formation, circonstance qui permet de le produire dans un fourneau isolé des foyers auxquels on le destine, sans perte sensible de chaleur ? Comment enfin, aurait-on pu admettre la température élevée que donne sa combustion?

On doit aux travaux de Dulong, publiés après sa mort, la connaissance de la valeur réelle de la puissance calorifique de l'oxyde de carbone.

Qu'il nous soit permis de rappeler, au sujet de cette grande puissance calorifique de l'oxyde de carbone, que longtemps avant la divulgation des nombres trouvés par l'illustre savant, nous l'avons mise en évidences les premiers, dans les chauffages de chaudière au gueulard des hauts-fourneaux que nous établissions dès 1835, en nous fondant sur une valeur de cette puissance calorifique supérieure à celle alors connue : cette valeur avait été déduite de nos expériences industrielles; les nombres obtenus ainsi, sans avoir la précision ni l'autorité de ceux des expériences scientifiques, furent cependant assez positifs pour servir de base à des entreprises importantes, dont le succès dépendait de leur exactitude; ils furent notre point de départ, en nous faisant prévoir le parti que l'on tirerait des gaz des hauts-fourneaux pour produire de hautes températures.

Les travaux que nous venons de citer sont tous antérieurs à ceux de M. Ebelmen; on ne voit donc pas à quel fait pourrait s'appliquer toute réclamation de priorité scientifique de la part de cet ingénieur, relativement à la transformation des combustibles en gaz. On ne saurait davantage lui reconnaître de priorité pour l'appropriation et l'application à la métallurgie des combustibles gazeux. Ce n'est, en effet, que longtemps après nous qu'il a essayé et publié le procédé pratique de la fabrication des gaz, représenté par la *fig.* 2, *Pl. XVI*; ce n'est pas sur celui-ci qu'ont eu lieu ses expériences précipitées de 1841. L'appareil qu'il proposa, en 1842, aux maîtres de forges à

la suite de ces expériences, a été représenté par son auteur lui-même, *fig.* 9, *Pl. IX*, t. XX (ici *fig.* 1, *Pl. XVI*); c'est un foyer à grille *gg*, à combustion imparfaite, faisant partie du four à réverbère lui-même. Dans la *fig.* 1, *Pl. VIII* (ici *fig.* 2, *Pl. XVI*), système de Tréveray, on voit, au contraire, un générateur de gaz isolé des fours à réverbère, un petit haut-fourneau qui envoie le gaz produit, par des tuyaux M, N, d'une longueur quelconque, sur divers points : un robinet à valve *k*, placé sur la conduite, permet de régler l'émission du gaz et même sa répartition à plusieurs appareils marchant à la fois; rien de semblable n'existe dans le système de la *fig.* 1 : c'est que le mode de génération du gaz ou plus exactement *de la flamme*, n'y permettrait aucune de ces dispositions. Nous ne reviendrons point sur les différences théoriques essentielles qui existent entre ces deux appareils : nous les avons déjà signalées. Il nous reste à ajouter que cet appareil, *fig.* 2, *Pl. XVI*, est celui que M. Ebelmen conseille, en 1843, comme générateur de gaz.

M. Ebelmen termine sa note en citant une phrase d'un brevet pris par M. Paravicini le 2 juin 1841. Nous avons été surpris en la lisant dans le brevet avec ce qui précède et ce qui suit, de voir qu'elle n'avait pas le sens que M. Ebelmen donnait à entendre : et la raison en est bien simple, il n'est pas question dans ce brevet (1) de procédé de transformation des combustibles en gaz; c'est donc par

(1) Ce brevet a été pris pour l'importation du système de puddlage au gaz des hauts-fourneaux, essayé à Wasseralfingen, dans l'ignorance où étaient ses auteurs que les procédés des gaz fussent brévetés en France avant qu'il en fût question en Allemagne.

inadvertance que M. Ebelmen applique à cette idée la phrase citée par lui. Nous devons sans doute à la même cause le changement de titre du dessin fort essentiel du brevet Sire, dans la publication que cet ingénieur en a faite l'année dernière dans les *Annales* (1); cette circonstance ne fut pas inutile au but d'une telle publication, car le titre nouveau mis à ce dessin, s'accordait bien mieux avec le sens nouveau que les commentaires joints au texte par M. Ebelmen donnaient à ce brevet.

---

(1) Le titre du dessin, lequel fait partie intégrante du brevet, est ainsi conçu : « *Haut-fourneau et fours à la » suite pour la fusion du minerai de fer et pour la fabri- » cation du fer en barres avec la chaleur de la flamme et » des gaz combustibles qui sortiront du fourneau projeté » par le sieur Louis-Victor Sire.* »

Le même dessin est reproduit par M. Ebelmen avec un titre différent que voici : « *Appareils de M. Sire pour la fabrication du fer, au moyen des gaz des hauts-fourneaux.* » La suppression des mots *chaleur de la flamme* et la généralisation aux fourneaux ordinaires du système que l'auteur n'avait conçu que pour un fourneau particulier de son invention changent totalement le sens.

REMARQUES

Sur les observations précédentes,

Par M. EBELMEN.

Il me paraît impossible de laisser passer sans rectification quelques-uns des faits énoncés dans les observations précédentes :

Page 444, *ligne* 16. Le premier brevet, où l'action décomposante du charbon sur la vapeur d'eau soit indiquée, a été demandé le 7 décembre 1841, deux mois après les essais d'Audincourt.

Page 448, *ligne* 24. La chambre à air à double porte n'est que l'indication d'un appareil parfaitement pratique et bien connu des métallurgistes sous le nom d'*appareil Cabrol*.

Je maintiens qu'en traversant les deux à trois mètres d'épaisseur du combustible placé sur la grille, dans la cuve du fourneau (1), l'oxygène atmosphérique sera complétement changé en oxyde de carbone, et que le four à reverbère établi à la suite devra être disposé comme un véritable four à gaz. Je persiste à penser que l'emploi de cette forme de générateur présentera des avan-

(1) On appelle *cuve*, la capacité qui renferme le combustible, toutes les fois que cet espace a une certaine hauteur. Les forges à soufflets qui servent dans les laboratoires pour faire des essais sont des *fourneaux à cuve et à cendrier*. (Voir le Traité des essais par la voie sèche, t. I, p. 642, *Pl. VIII*.)

tages pour transformer certains combustibles en gaz.

Page 449, *ligne* 11. Un grand cylindre en fonte, établi dans un foyer spécial, nous a fourni la vapeur nécessaire pour toutes nos expériences, et nous a permis de constater très-clairement tous les faits relatés dans mon mémoire.

Page 450, *ligne* 2. Je dis précisément dans mon mémoire, p. 467, le contraire de ce qu'on me fait penser. « Le générateur était placé à l'ar- » rière du four, et le mélange d'*oxyde de carbone* » *et d'azote* produit dans cet appareil traversait » le cylindre en fonte placé dans la cheminée du » four à puddler, pour arriver à l'orifice de sor- » tie. » Les expressions mêmes que j'ai employées, *mélange d'oxyde de carbone et d'azote*, et toutes les considérations qui précèdent dans mon mémoire, prouvent jusqu'à l'évidence que, dans ma pensée, la transformation de l'oxygène de l'air en oxyde de carbone était tout à fait complète à la sortie des gaz du générateur. Le cylindre en fonte, dans ces expériences faites avec les gaz d'un générateur *isolé du four à reverbère*, ne renfermait pas de charbon, et servait à réchauffer les gaz et à les transmettre, par un conduit placé sous la sole du four, devant la caisse à vent (Voir la *fig*. 3, *Pl. XVI*) (1).

---

(1) La *fig*. 3, *Pl. XVI*, représente le générateur de gaz et le four à reverbère employés à Audincourt, en octobre 1841 : C cuve du générateur : A cendrier communiquant avec la cuve par la fente *f* : *t* tuyère par laquelle on introduisait de l'air seul ou de l'air et de la vapeur d'eau ;

V couvercle du générateur fermé dans l'intervalle de deux charges : D Cylindre placé dans la cheminée du

A l'appui de ce qui précède, je puis encore citer les phrases suivantes extraites du rapport fait à l'Académie des sciences par M. Chevreul (Comptes rendus, t. XIV, p. 475): « C'est en partant de » ces considérations que M. Ebelmen a construit » un petit fourneau, au moyen duquel l'oxyde de » carbone produit par l'oxygène atmosphérique » qui avait traversé une couche de charbon suf- » fisamment épaisse, a été brûlé ensuite, pourvu » encore de toute sa chaleur sensible. dans un four » convenablement construit où affluait de l'air » chaud. La température ainsi développée, suffisait » pour liquéfier la fonte. »

Page 453, *ligne* 32. Les appareils employés et les procédés suivis dans mes expériences de 1842 et ceux dont on se sert actuellement à Audincourt, ne sont nullement identiques à ceux qui sont décrits dans le brevet demandé le 22 décembre 1841. Dans ce brevet, il est dit *expressément* que l'action de l'air seul sur un combus-

---

four, communiquant avec le générateur par le tuyau B; E Conduit placé sous la sole du four, qui transmet le gaz devant la caisse en tôle H : H caisse en tôle percée de deux rangées de trous qui lancent sur le gaz de l'air chauffé à 250° pris dans le porte-vent du fourneau par le conduit G : K espace où s'opère la combustion du gaz. M sole du four. N cheminée. O orifice de sortie des gaz brûlés (Voyez pour la description des fourneaux et des expériences les pages 465 et 467, tome 20, 3 série).

Le générateur représenté *fig.* 1, *Pl. XVI*, m'a paru préférable au précédent, en ce que les gaz combustibles ne perdent aucune partie de leur chaleur sensible en arrivant devant la caisse à vent. Cette condition se trouve réalisée dans les générateurs de gaz actuellement employés à Audincourt.

tible donnerait un gaz contenant trop d'azote et *trop peu d'oxyde de carbone*, pour que sa combustion permît de dépasser certaines limites de température. Le mélange avec de la vapeur d'eau est indiqué comme *nécessaire*. Or, dans les essais en grand faits en 1842 avec le générateur représenté *fig.* 2, *Pl. XVI* (voir *Annales des mines*, t. III, p. 210, 4e série), on a employé précisément le système rejeté dans ce brevet, la transformation des combustibles en gaz par de l'air seul, et l'on a pu produire ainsi les plus hautes températures dont on ait besoin dans l'industrie du fer. Ce procédé est le seul qui ait fourni jusqu'à présent, dans l'usine d'Audincourt, des résultats manufacturiers.

Quant à l'addition des fondants (*Page* 451, *ligne* 4), j'ai lu avec la plus grande attention le brevet du 22 décembre 1841 et les brevets antérieurs, et je n'y ai trouvé aucune indication qui fût relative à leur emploi. On dit même formellement dans le brevet du 22 décembre que l'on enlèvera de temps en temps, hors du creuset du générateur, les *cendres*, scories, mâchefer qui s'y accumuleraient.

Les expériences d'Audincourt ont prouvé, de la manière la plus évidente, que le roulement du générateur, *fig.* 2, *Pl. XVI*, était impossible sans la fusion complète des résidus de la combustion et sans l'addition des fondants. D'autres expériences ont prouvé (mémoire cité p. 223 et 258) *que l'injection de la vapeur d'eau, par les mêmes orifices qui servent à l'entrée de l'air*, rendait *impossible* la fusion des cendres, même avec addition de fondants, et par suite la trans-

formation des combustibles en gaz dans un générateur semblable à celui de la *fig.* 2.

L'assertion relative à l'identité des appareils se trouve reproduite par les auteurs des *Observations* dans le titre de la *fig.* 2, *Pl. XVI.* Je me bornerai ici à contester l'exactitude de cette assertion, en faisant remarquer que la reproduction de mon appareil, déjà connu et publié, n'aurait pu servir de base à une discussion qu'autant qu'on aurait mis en regard l'appareil bréveté.

Page 454, *ligne* 22. La phrase que j'ai citée et qui est extraite textuellement du brevet de M. Paravicini est très-claire, et il ne me paraît pas possible d'y voir une autre *idée* que celle de la transformation des combustibles solides en gaz.

Page 455, *ligne* 2. Le titre et la légende du plan joint au brevet de M. Sire ont été reproduits *textuellement* (t. 2, p. 371, 4e série) dans la notice que j'ai rédigée à ce sujet.

En résumé, il est reconnu que les premières expériences faites en 1841 à Audincourt sont antérieures de deux mois au brevet demandé le 22 décembre (1)

Il est constant que ces expériences ont été faites en injectant de l'air seul ou mêlé de vapeur d'eau, à travers un combustible en couche épaisse, contenu dans un véritable fourneau à cuve, muni d'un espace vide ou cendrier à sa partie inférieure. Il est constant (et ces faits avaient pour témoins le directeur et tous les employés de l'usine) que les

(1) Les journaux de l'usine d'Audincourt font foi de l'établissement de notre premier générateur et du four à le suite, en octobre 1841.

gaz ainsi produits, avec des combustibles presque sans valeur, ont permis de maintenir à plusieurs reprises et pendant plusieurs heures consécutives, un four à réverbère à la chaleur blanche.

La seule différence importante entre le générateur de gaz de 1842 et celui de 1841, consiste dans la substitution d'un creuset à un cendrier.

Il n'est pas contesté que l'usine d'Audincourt n'ait été la première où les expériences sur la formation des gaz combustibles aient donné lieu à des résultats devenus tout à fait pratiques. Il n'est pas moins certain que les procédés suivis dans cette usine diffèrent essentiellement des procédés décrits dans le brevet du 22 décembre.

Je ne relèverai pas les insinuations personnelles que renferment les *Observations*. Le lecteur les appréciera. En étudiant la question par les ordres de l'administration, je n'ai fait que remplir un devoir, et j'ai dû chercher à rendre ma mission aussi fructueuse que possible, dans l'intérêt de l'industrie et de la science.

NOTICE

Sur les bassins houillers de Saône-et-Loire,

Par M. MANÈS, Ingénieur en chef des mines.

La notice suivante est l'extrait d'un mémoire détaillé que j'ai présenté à l'administration, et qui doit faire l'objet d'une publication spéciale.

Je la divise en trois chapitres; dans le premier, je donne un aperçu de la constitution géognostique du Morvand, ainsi que des contrées qui forment la lisière de ce plateau ancien. Dans les chapitres deux et trois, je présente les considérations techniques et économiques relatives aux bassins houillers d'Autun et de Blanzy, examinés séparément.

CHAPITRE Ier.

§ I. *Composition des terrains formant le Morvand.*

Je décris ici, sous le nom de Morvand, tout le groupe des montagnes qui sont situées au nord du canal du centre, et qui s'étendent de Montcenis à Avallon.

Ces montagnes se rattachent d'une part à celles du Charolais, dont elles sont séparées par les petites vallées de la Bourbince et de la Dheune, occupées par le terrain houiller de Blanzy; et d'autre part, à celles du Forez, dont elles sont séparées par la grande vallée de la Loire, occupée par des terrains tertiaires. Elles doivent enfin se relier avec les montagnes anciennes des environs de

Saint-Saulge, qui forment au milieu des terrains secondaires de la lisière occidentale, une petite crête saillante ayant même direction et composition, et par suite devant avoir avec elles une origine commune.

Le massif du Morvand offre deux grandes formations de roches, l'une porphyrique au centre, dont les montagnes à formes coniques, à escarpements rudes et plus ou moins découpés, atteignent l'élévation de 1.200 mètres; l'autre, granitique, au nord et au sud, dont les montagnes, à formes arrondies, à escarpements doux et généralement unis, ne dépassent pas l'élévation de 700 mètres. On remarque d'ailleurs, dans l'une et l'autre formation, que les principaux accidents du sol s'y alignent suivant la direction du nord au sud, comme le massif même.

Le terrain porphyrique se compose de roches de porphyre, d'eurites, de diorites et de traps, et de quelques lambeaux de granite.

Les porphyres offrent un grand nombre de variétés blanchâtres, verdâtres, rougeâtres ou noirâtres, qui passent des unes aux autres, et qui doivent être réunies dans une seule classe, à laquelle on a donné le nom de quartzifère, du nom de la roche la plus fréquente.

Les eurites se présentent en dykes ou cônes isolés au milieu des porphyres. Les diorites forment de petites masses disséminées au milieu des porphyres de la Grande-Verrière et de la Roche-Millay. Enfin, les traps, qui ne se distinguent des eurites que par une plus grande compacité, se présentent, de même que celles-ci, au milieu des perphyres de Lucenay-l'Évêque, d'Épinac et de Mo gelle.

Ces différentes roches, offrant des passages entre elles, paraissent aussi être intimement liées aux roches de granite qui les entourent. Néanmoins, le porphyre est postérieur au granite, au travers duquel il a dû se faire jour, et cela est prouvé, non-seulement par la disposition de ce porphyre au centre du granite qu'il domine, mais encore par les lambeaux de granite qu'il a soulevés et portés sur ses flancs à une élévation plus ou moins grande.

On trouve dans le terrain de porphyre du Morvand :

1° De nombreux filons de quartz très-puissants, lesquels saillent de plusieurs mètres au-dessus des roches qu'ils traversent;

2° Les filons de quartz plombifères de Jouvrain et de Saint-Prix, près Verrières;

3° Les filons de fer oligiste et hydraté des Pourriots et de Champ-Robert;

4° Enfin, quelques filons de *minette* aux environs de Semelé et de Saint-Honoré.

Le terrain de granite constitue deux grandes masses, l'une au nord du porphyrique précédent, et l'autre au sud.

La masse des granites du sud est composée, vers son milieu, d'une formation de granite indépendant, et vers son contact avec les terrains secondaires d'une formation de granite et de gneiss.

Le granite indépendant forme des monts arrondis qui s'élèvent, au centre, à près de 700 mètres, et qui descendent à environ 240 mètres vers la Loire. La roche dominante est un granite à gros grains, généralement porphyroïde, recoupé par des masses transversales et des filons nom-

breux de granites à petits grains, de pegmatites, de porphyres quartzifères et de quartz purs ou métallifères. C'est dans la pegmatite que se trouve, à Broye, l'émeraude accompagnée de tourmaline, de grenat, ainsi que de chaux phosphatée; tandis que le chrôme oxydé se montre associé au quartz, qui est répandu en veinules et filons dans le granite des Écouchets, et que l'urane phosphaté forme dans le granite de Saint-Symphorien de Marmagne des veinules avec quelque peu d'argile, ou sans aucun mélange de substances étrangères.

La formation de granite et de gneiss constitue deux bandes distinctes autour du massif de granite précédent : l'une sépare ce granite du terrain de transition de Bourbon-Lancy, et se compose de gneiss schisteux, leptinites et amphibolites, avec filons de quartz ferrugineux. L'autre sépare ce même granite du terrain houiller d'Autun et des terrains secondaires des environs de Nolay; celle-ci se compose de granites à grains moyens et non porphyroïdes, de gneiss granitoïdes schisteux kaoliniques ou foliacés, d'amphibolites et pegmatites. Les amphibolites de Brion tiennent des veines et filons de kaolin; celles de Marmagne renferment de l'asbeste, de la tourmaline, de l'émeraude et des lamelles d'uranite. On connaît encore dans cette dernière bande quelques filons, mais peu importants, de quartz ferrugineux et plombifères.

La masse des granites du nord se compose, comme celle du sud, de deux formations de roches : l'une de granite indépendant qui forme à la limite nord du terrain de porphyre une bande d'à peu près 16 kilomètres de largeur, et constitue des chaînes et monts arrondis s'élevant d'environ

500 mètres au-dessus de la mer ; l'autre, de granite et de gneiss, qui occupe tout l'intervalle compris entre la formation précédente et l'extrémité septentrionale du Morvand. Celle-là constitue un vaste plateau élevé seulement de 270 mètres, et découpé par de profondes crevasses. Les géologues avaient déjà signalé la différence d'aspect de ces deux parties du Morvand, sans indiquer qu'elles appartenaient à des formations distinctes.

La formation de granite indépendant est composée de granite à gros grains, porphyroïde, avec masses transversales de granite à petits grains, et quelques filons rares de porphyre et de quartz plombifère.

La formation de granite et de gneiss est composée de roches de granite, d'hyalomite et de gneiss avec veines nombreuses de pegmatite et filons disséminés de porphyre et de quartz pur ou métallifère. Le granite est ici porphyrique, à grains moyens, ou commun à petits grains. Le granite porphyrique se distingue bien de celui indépendant, en ce que le mica y a ordinairement une tendance à l'alignement, quelquefois aussi les cristaux de feldspath présentent la même disposition. La roche se casse d'ailleurs plus facilement dans un sens que dans tout autre, ce qui n'a pas lieu pour le granite à gros grains. Enfin, la disposition générale n'est pas non plus la même dans l'un et dans l'autre, le granite du gneiss formant à la surface des rochers anguleux et fissurés qui offrent quelques apparences de stratification, tandis qne le granite indépendant se montre toujours en masses arrondies et non divisées.

§ II. *Composition des terrains stratifiés formant la lisière du Morvand.*

Le groupe des montagnes du Morvand est entouré de toutes parts de formations stratifiées qui viennent s'y adosser et y paraissent plus ou moins relevées.

Ces formations sont d'une part celles de grauwacke et de grès houiller, qui appartiennent aux terrains de transition, et d'autre part, celles du keuper, du lias et de l'oolite inférieure qui appartiennent aux terrains secondaires.

On connaît, aux environs du Morvand, cinq dépôts différents de terrain de transition; ce sont: 1° Les dépôts de grauwacke de Bourbon-Lancy et d'Arnay-le-Duc; 2° le dépôt de grauwacke et de grès houiller de Blanzy; 3° les dépôts de grès houiller d'Autun et de Sincey.

Les terrains de keuper et de lias constituent, au-dessus de quelques-uns des sommets primordiaux du Morvand, ainsi que dans l'intérieur des terrains de transition d'Autun et de Blanzy, quelques dépôts distincts et isolés à couches généralement horizontales. Ils forment encore, autour du Morvand, une bande presque continue, d'une largeur variable de 5 à 10 et 15 kilomètres, laquelle vient s'appuyer généralement sur les terrains anciens. Les roches de cette bande sont plus ou moins relevées et inclinées dans le sens des pentes qu'elles recouvrent. Elles forment des plaines ou plateaux bas fertiles dont le niveau se trouve à peu près le même que celui des dernières montagnes granitiques.

Enfin, le terrain jurassique des environs du Morvand se montre généralement superposé au

lias ; il forme une ligne d'escarpements qui s'élèvent à une hauteur moyenne de 340 mètres au-dessus de la mer, et qui sont séparés des terrains anciens par une dépression longitudinale fort profonde due au relèvement assez brusque des roches secondaires.

Je décrirai seulement ici et d'une manière succincte celles de ces formations qui occupent les bassins de Blanzy, d'Autun et de Sincey, puis j'indiquerai les rapports existants entre les formations houillères et les localités où on pourrait rechercher le prolongement de ces dernières.

1° Le bassin de Blanzy est situé à la lisière sud du Morvand, entre les montagnes anciennes de l'Autunois et du Charolais. Il forme une bande allongée dans la direction du N.-E. au S.-O, commence vers Saint-Léger-sur-Dheune et se termine à la Loire. Son sol présente des collines surbaissées, dont les hauteurs restent entre 240 et 400 mètres, tandis que l'élévation des montagnes qui le bornent au nord et au sud varie de 400 à 700 mètres.

Ce bassin est formé de roches en couches toujours inclinées appartenant à la grauwacke, ainsi qu'aux grés houiller et bigarré, et de roches en couches généralement horizontales appartenant aux terrains jurassique et tertiaire.

La formation de grauwacke constitue à la lisière nord une bande qui est continue depuis Montcenis jusque vers Saint-Eugène, puis très-morcelée entre Saint-Eugène et Gueugnon. Dans la première partie, elle présente une suite de collines nues et arides, qui se composent d'un conglomérat à gros fragments de quartz lydien, d'un grès à noyaux de

lydienne et de schistes primitifs; enfin, d'un schiste argileux passant au trap. Des eurites et des traps s'y entremêlent d'ailleurs avec ces diverses roches et semblent s'identifier avec elles soit par une sorte de passage au point de contact, soit par une apparence d'alternance, ce qui prouve que ces roches plutoniques se sont épanchées pendant que le schiste se déposait. Dans la distance de Saint-Eugène à Gueugnon, le terrain de grauwacke forme au contraire des dépôts isolés et peu étendus qui ne s'élèvent pas toujours au-dessus des roches de grès houiller. Ce terrain est alors représenté tantôt par des porphyres et des eurites, tantôt par des conglomérats siliceux ou porphyriques avec parties disséminées d'anthracite.

La formation de grès houiller constitue deux bandes distinctes; l'une située à la lisière sud du bassin et reposant immédiatement sur les roches de gneiss et de leptinites qui dépendent des montagnes primordiales du Charolais, s'étend sans discontinuité, de Charrecey à Perrecy, sur une largeur moyenne de 1.500 mètres. L'autre, située à la lisière nord et s'appuyant sur les roches de grauwacke ci-dessus indiquées, n'est plus continue, mais composée de dépôts morcelés. Cette formation se compose à l'ordinaire de conglomérats, de grès et psammites, d'argile schisteuse et houille. Il existe d'ailleurs de notables différences dans la nature de ces roches, suivant qu'elles appartiennent à l'une ou à l'autre bande.

La zone sud, qui s'appuie sur le gneiss, offre des conglomérats à fragments de gneiss, des argiles schisteuses communes à feuillets droits avec impressions végétales nombreuses, des argiles bitumineuses avec écailles et débris de poissons;

enfin, des houilles généralement sèches et terreuses. Celles-ci sont disposées tantôt en couches minces, qui sont séparées les unes des autres par 20 à 50 mètres de rocher, et parfaitement stratifiées; tantôt en couches épaisses qui paraissent résulter de la réunion des premières par la diminution d'épaisseur des bancs de grès intermédiaires, et prennent sur quelques points l'apparence de vrais amas. On peut remarquer que les couches de houille de cette zone ont généralement leur pendage au nord, excepté vers Blanzy, où elles montrent le double pendage au nord et au midi, par suite d'un soulèvement granitique qui a été positivement reconnu dans les travaux de Louche. On peut encore observer que les couches les plus puissantes se trouvent vers le milieu de la zone, au Montceau et à Montchanin; que toutes sont sujettes à beaucoup d'accidents et d'irrégularités; qu'ainsi, outre les accidents déjà signalés, et qui les font paraître dans différentes mines en veines séparées ou réunies, en couches réglées ou en amas, souvent dans la même veine il se trouve de nombreux brouillages provenant du renplacement de la houille par des barres de grès ou de schistes, ou résultant du croisement de nombreuses failles qui les rejettent plus ou moins. Ces accidents ont pris surtout beaucoup de gravité dans l'intervalle qui sépare les mines de Montchanin de celles du Montceau, et qui correspond à peu près au point culminant du bassin ou au point de partage.

La zone nord qui s'appuie sur les grauwackes de Montcenis montre, au contraire, des conglomérats à fragments de porphyre et de quartz, des argiles schisteuses en masses puissantes, dans les-

quelles on trouve peu d'empreintes, mais des rognons disséminés de houille et de fer carbonaté; enfin, des houilles grasses plus ou moins terreuses qui sont en couches généralement peu importantes et disposées en chapelet. L'inclinaison générale des bancs paraît être ici au sud ou sud-est; quelques lambeaux de ce terrain ont été, sur quelques points, comme vers les bois de Toulon, détachés par les eurites et portés par elles à une assez grande élévation. Le gîte du Creusot est le seul de cette zone qui contienne une grande richesse; il paraît, du reste, avoir été aussi fort tourmenté dans sa partie occidentale, où s'observent de fortes ondulations, et il donne des houilles dont la nature varie depuis la plus grasse jusqu'à la plus sèche.

La formation de grès bigarré, occupant l'intervalle entre les deux bandes de grès houiller, se compose de conglomérats à fragments de porphyre, de granite et de gneiss, de grès résistants quartzo-feldspathiques grisâtres, de grès tendres bigarrés de blanc, de rouge et de vert; enfin, d'argiles schisteuses communes avec rares impressions de roseaux et fougères, et quelques nodules de fer carbonaté. On y observe au centre une masse abondante de grès et conglomérat avec des bancs puissants d'argile schisteuse intercalée, et ce terrain, qui offre de grandes ressemblances avec le terrain houiller, a été confondu avec lui; mais on peut voir qu'il ne diffère point de quelques grès et conglomérats évidemment superposés au vrai grès bigarré, et qu'il ne doit pas par suite être séparé de ce dernier.

Les roches de keuper et lias forment enfin, dans l'intérieur du bassin de Blanzy, des dépôts

peu étendues vers Chalencey, Saint-Jean de Trezy et Mazoncle; elles y sont disposées en couches sensiblement horizontales qui reposent par suite à stratification discordante sur celles de grès, et montrent que les grès bigarrés de cette contrée sont moins liés avec les marnes irisées qu'avec les grès houillers, qu'ils paraissent avoir suivis de très-près.

Dans le bassin de Blanzy, ci-dessus décrit, le terrain de grauwacke correspond par sa composition à l'étage inférieur du terrain silurien de la Loire; il a, de même que celui-ci, été modifié par l'apparition des porphyres eurites et traps avant la formation des grès houiller et bigarré.

Le terrain de grès houiller a été formé aux dépens des roches environnantes, il offre, en effet, à sa base, des conglomérats à fragments de porphyre, de granite et de lydienne à la lisière nord-ouest, et des conglomérats à fragments de gneiss à la lisière sud-est. Il a été plus tard soumis à des accidents qui l'ont relevé de part et d'autre d'une ligne dirigée du nord-est au sud-ouest.

Le terrain de grès bigarré, reposant à stratification discordante sur le précédent, avec lequel il offre d'ailleurs de grandes analogies de composition, a été produit par une catastrophe différente, mais qui a dû suivre de très-près celle qui a donné naissance au grès houiller. Il a été ensuite accidenté dans le même sens que ce dernier, mais beaucoup moins fortement.

L'un et l'autre grès paraissent devoir leur origine commune aux commotions plutoniques successives auxquelles on attribue le soulèvement de la chaîne des Vosges. Un autre soulèvement a dû se faire sentir entre la formation des arkoses et celle des marnes irisées; c'est du moins ce que peut

faire penser l'élévation des arkoses au sommet des montagnes de Charrecey et de Saint-Vallier, où elles ne sont pas accompagnées de marnes irisées. Un dernier soulèvement, correspondant à celui de la Côte-d'Or, a porté à une grande hauteur les formations keupériennes et jurassiques, qui ont été relevées sur les flancs de cette côte, de manière à venir plonger sous les plaines de la Saône. Enfin, la dénudation du bassin par les courants s'est opérée après la formation du terrain tertiaire, qui ne se trouve plus que sur les hauteurs.

Le bassin d'Autun est situé vers la lisière orientale du Morvand, entre les montagnes porphyriques du centre de ce massif et celles granitiques de la partie méridionale. Il forme une bande allongée dans la direction de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, et s'étend d'Épinac au delà de Monthelon. L'élévation des premières chaînes de montagnes qui le circonscrivent étant de 400 à 500 mètres au-dessus de la mer, il constitue à leur pied des collines surbaissées qui ne dépassent guère 350 m.

Les roches qui composent ce bassin s'appuient au nord sur des porphyres, eurites et traps qui les ont plus ou moins disloquées. Elles s'adossent au sud et à l'ouest à des gneiss, amphibolites et leptinites, et se terminent à l'ouest à des terrains de granite et de gneiss, recouverts des formations keupérienne et liassique, qui les séparent entièrement de la plaine.

Les parties basses de ce bassin sont recouvertes de dépôts alluviens et tertiaires. Les monticules de Moloy et de Curgy sont couronnées par des dépôts secondaires, à couches horizontales.

Partout ailleurs se montre à nu le terrain houiller à couches généralement inclinées.

Ce dernier terrain se compose de deux étages de roches reposant l'une sur l'autre à stratification concordante.

L'étage inférieur formant une ceinture au pied des montagnes anciennes peut être subdivisé en deux asssises.

L'assise inférieure, traversée à Marvelay sur une épaisseur de 120 mètres, se compose de couches alternatives de grès, de psammites et argiles schisteuses, avec bancs subordonnés de poudingues, de couches plus ou moins puissantes de houille exploitable et nodules disséminés de fer carbonaté.

Cette assise est caractérisée par la houille qu'elle renferme, et qui, sur quelques points, est recouverte de schistes bitumineux d'une très-grande richesse, mais sans restes de poissons.

L'assise supérieure, traversée à Épinac sur une épaisseur de 170 mètres, se compose de couches alternantes de grès et de conglomérats avec bancs subordonnés de psammites et schistes, et avec veines subordonnées très-minces de houille exploitable. Cette assise est caractérisée par sa grande masse de poudingues dont les fragments sont toujours de la nature des roches sur lesquelles ils reposent immédiatement.

L'étage supérieur, occupant le centre du bassin et connu à Chambois sur une épaisseur de 120 mètres, se compose de couches alternatives, 1° de grès avec quelques bancs subordonnés, mais rares de poudingues; 2° d'argiles schisteuses avec bancs subordonnés de psammites, et couches minces subordonnées de houille médiocre. Cet étage est principalement caractérisé par ses schistes bitumineux à poissons, ainsi que par les bancs et ro-

gnons de calcaire marneux qui se montrent dans ces schistes.

L'ensemble des roches qui composent les deux étages du terrain houiller d'Autun offrent, à la lisière des terrains primordiaux, leurs couches s'inclinant assez fortement dans le sens déterminé par la direction des montagnes auxquelles elles sont adossées, diminuant d'inclinaison à mesure qu'elles s'en éloignent et plongeant de toutes parts vers une ligne commune qui n'est pas centrale, mais beaucoup plus rapprochée de la lisière est du bassin. Au centre, ces mêmes couches présentent plusieurs ondulations qui correspondent aux chaînes de collines dont est traversé le bassin, là d'ailleurs on observe que les grès occupent généralement les hauteurs, tandis que les argiles schisteuses se montrent plus ordinairement sur les flancs ou dans les vallées.

Le terrain houiller d'Autun paraît être, comme celui de Blanzy, un dépôt local; ce dépôt a été opéré par des causes semblables à celles qui agissent de nos jours et après le soulèvement des montagnes du Morvand. Il comprend en effet des roches de ces montagnes et s'avance en pointes dans les vallons latéraux dont le creusement lui est par suite antérieur. Ce terrain a plus tard été modifié par des soulèvements de roches plutoniques et dénudé par des courants.

Les eurites et traps qui pénètrent les roches de l'étage inférieur, annoncent une première époque de soulèvement contemporaine du terrain houiller. Les arkoses et marnes recouvrant le sommet des montagnes du Moloy montrent qu'un second soulèvement a eu lieu apres le dépôt des terrains keupériens. Enfin le dépôt horizontal

d'argile tertiaire qui recouvre le plateau de Curgy prouve qu'un troisième soulèvement s'est fait postérieurement à la formation de cette argile. La dénudation du terrain houiller par les courants a dû d'ailleurs s'opérer après la formation des arkoses et du calcaire à gryphites, qui n'existent plus que sur les hauteurs du Moloy et de Curgy, mais avant la formation de l'argile tertiaire, qui se trouve à la fois dans la plaine et sur le sommet de Curgy.

Le terrain houiller de Sincey est situé dans la partie septentrionale du Morvand et encaissé dans les roches de gneiss et de granite à petits grains de ces contrées. Il forme une bande presque rectiligne, dirigée à peu près de l'est à l'ouest, qui peut être suivie de Rufey près Sémur, par Thoste, Courcelle-Frémoy, la Charmée, Sainte-Magnance et Villers-les-Nonnains, sur une longueur de 24 kilomètres, et une largeur variable de 100 à 300 mètres. Dans toute cette étendue il se montre aussi bien sur les plateaux que dans les bas-fonds, et traverse le terrain de lias de Thoste. On a supposé jusqu'ici qu'il était continu; mais une étude plus complète de sa constitution et de ses relations avec les roches primordiales, fera peut-être reconnaître plus tard qu'il est formé de lambeaux distincts et complétement isolés au milieu de ces roches.

Quoi qu'il en soit, ce terrain est limité au nord et au sud par le terrain de granite et de gneiss, qui, à son approche, est traversé de filons et de masses transversales d'eurites, le pénétrant sur quelques points; à l'est il s'arrête à des terrains jurassiques, sous lesquels il est probable qu'il se prolonge, car on retrouve du grès houiller vers

Monsigny sur l'Armançon; à l'ouest il s'étend bien positivement au delà de Viller-les-Nonnains, puisqu'on l'a déjà retrouvé près de Saint-Germain-des-Champs. Je pense qu'on découvrira encore quelques nouveaux dépôts entre ce dernier point et le terrain de lias de Pierre-Perthuis, et que ce gîte houiller apparaîtra par la suite, sous forme d'une mince bande, traversant entièrement la formation de granite et de gneiss des environs d'Avallon, et s'étendant des terrains secondaires de la lisière orientale à ceux de la lisière occidentale, de même que nous voyons le gîte houiller de Blanzy former un dépôt allongé et puissant à travers les terrains primordiaux du midi et séparer entièrement ceux de l'Autunois de ceux du Charolais.

Le gîte houiller de Sincey se compose de conglomérats à fragments de granite et de porphyre, de grès feldspathiques et cristallins et d'argiles schisteuses à feuillets contournés, à aspect brillant et à nombreuses empreintes végétales, semblables à celles du terrain houiller d'Autun. Ces argiles, très-tourmentées et rappelant celles des environs de Toulon dans le bassin de Blanzy, contiennent des couches de houille sèche, qui présente tous les caractères de l'anthracite. Cet ensemble de roches a été fortement relevé et contourné par un mouvement des roches anciennes sur lesquelles il repose, et il présente généralement le double pendage au sud et au nord. La houille de Sincey se divise d'ailleurs par le moindre choc en lentilles à surfaces lisses, qui semblent attester une trituration exercée anciennement sur toute la masse par les parois du gîte, et l'allure générale des couches formées de lon-

gues amandes entrelacées de schistes, confirme cette hypothèse.

Les trois terrains houillers de Sincey, d'Autun et de Blanzy diffèrent, comme on voit, grandement de position; les différences qu'ils présentent à cet égard peuvent d'ailleurs avoir tenu à des mouvements postérieurs, et on peut croire qu'ils avaient entre eux quelques points de jonction avant que le Morvand ait pris son relief actuel. Cette supposition est en effet fortifiée par l'identité de composition qui se remarque entre eux et qui indique qu'ils ont dû être formés à la même époque et dans des eaux très-uniformes.

Le terrain houiller d'Autun, circonscrit de tous côtés, ne peut donner lieu à aucune recherche d'extension. Le terrain houiller de Sincey peut se prolonger vers l'est sous les terrains jurassiques de la lisière orientale du Morvand et y prendre là plus d'extension que partout ailleurs. En l'état actuel des choses, cette recherche, fort incertaine, ne mérite pas au reste d'être entreprise. Le terrain houiller de Blanzy est donc le seul dont on puisse, avec chances de succès, rechercher le prolongement.

Ce dernier terrain peut se prolonger au N.-E. sous les terrains secondaires, au-dessous desquels on le rechercherait par des sondages placés aux environs de Dennevy; mais il y a plus de raisons de croire qu'il se poursuit au S.-O., sous les terrains tertiaires de la vallée de la Loire, pour aller se relier au terrain houiller de Bert, qui offre absolument même position, même direction et même composition, et les sondages les plus intéressants à entreprendre sont ceux qu'on placerait dans les environs de Coulanges. Si d'ailleurs on

considère que les terrains de transition de Bert et Montcenis d'une part, et celui des environs de Bourbon-Lancy d'autre part, paraissent appartenir aux deux versants opposés des chaînes granitiques de Chatelperon à Neuvy, on pourra penser que de même qu'aux terrains de transition de Bert et de Montcenis succède un terrain houiller, de même il est possible qu'au terrain de transition de Bourbon-Lancy vienne aussi s'adosser un gîte de même nature, maintenant caché par les dépôts tertiaires de la surface. Ce gîte, qui se relierait au terrain houiller de Decize, pouvant encore être rattaché au Morvand et offrant aussi de grands rapports de composition avec le terrain houiller de Blanzy, se rechercherait par des sondages placés dans l'anse de Cressy.

CHAPITRE II.

Considérations statistiques et économiques relatives au terrain houiller d'Autun.

Le bassin houiller d'Autun a une superficie d'environ 252 kilomètres carrés. Les couches de houille d'Épinac y furent les premières connues et longtemps les seules exploitées. Elles furent découvertes en 1744 et exploitées dès 1751. C'est à Ressille que furent établis les premiers travaux sur de minces veines qui venaient affleurer à la surface et qui furent suivies avec peu d'activité jusqu'en 1824. Deux ans plus tard on y découvrit les couches puissantes de Fontaine-Bonnard et du Curier, et cette découverte éveilla tout aussitôt l'attention des industriels. Alors se commencèrent ou se continuèrent sur une foule de points des

recherches par sondages ou par puits qui, si elles avaient été conduites avec un esprit de suite et d'ensemble, auraient suffi à faire connaître le bassin houiller en entier, tandis que jetées en quelque sorte au hasard, sans plan ni ordre, elles n'ont laissé après elle que peu de résultats.

Ces différents travaux ont été faits à différents points des bords du bassin ou dans les environs de Chambois, au centre même de ce bassin. Les premières ont fait connaître dans les roches de l'étage inférieur du terrain houiller une ou deux couches distinctes de houille qui paraissent se suivre sur toute la lisière du bassin, mais qui n'ont encore offert de puissance qu'à Épinac. Ces couches ont donné lieu jusqu'ici à l'institution des quatre concessions d'Epinac, du Moloy, de Sully et de Pauvray, qui occupent ensemble une superficie de 72 kilomètres carrés 22 hectares. Dans les localités d'Esnaux, de la Selle et de Saint-Blaise elles méritent encore d'être suivies et promettent de devenir plus tard sur ces points l'objet de nouvelles concessions.

Les recherches exécutées aux environs de Chambois ont montré que l'étage supérieur du terrain houiller, si abondant en schistes bitumineux, était fort pauvre en houille, et elles n'y ont fait découvrir que les deux couches minces de Chambois, qui ont donné lieu à l'institution de la concession de ce nom sur une étendue superficielle de 11 kilomètres carrés 30 hectares.

Le tableau suivant indique l'importance actuelle de ces diverses concessions, d'après la moyenne des dernières années.

Noms des concessions.	Étendues superficielles.	RICHESSES. Nombre de couches exploitées.	Puissance des couches.	Nombre des ouvriers occupés.	Extraction annuelle.	Observations.
	k. car. hect.				hectol.	
1° Épinac. . .	34,35	2	1° 1m. à 2m,50 2° 2m. à 7m.	500	800.000	
2° Moloy. . .	9,81	2	1m. à 1m,50 chacune.	25	15.000	
3° Sully. . .	17,58	1	1m. à 1m,30	25	10.000	
4° Pauvray. .	10,48	»	»	»	»	On connaît dans cette concession une couche de 1 m. de puissance qui n'est point exploitée.
5° Chambois.	11,30	2	1° 1m. à 1m,40 2° 0m,60	20	25.000	
Total. . .	83,52	»	»	570	850.000	

On voit par ce tableau que la concession d'Épinac située à l'extrémité nord-est du bassin houiller est aujourd'hui la seule qui ait de l'importance. Les deux couches que l'on y exploite, et qui se réunissent quelquefois en une seule, y sont maintenant connues sur un développement de plus de 1200 mètres en direction, les divers champs d'extraction qui les exploitent par différents étages, disposés aux niveaux de 80 à 250 mètres, les montrent d'ailleurs gagnant en régularité et en puissance à mesure qu'on s'approfondit; l'avenir de cette concession paraît donc assuré pour longtemps.

La concession du Moloy n'a été exploitée jusqu'ici qu'avec fort peu de suite; on y connaît cependant deux couches de houille qui, placées comme celles d'Épinac à la lisière du terrain primitif, sont composées de houille de même nature, mais de qualité inférieure, et on peut supposer,

malgré leur différence de puissance, qu'elles s'y rattachent en passant par le petit Moloy où est déjà connue une partie de veine de 4 mètres d'épaisseur qu'il reste à explorer. Il est donc probable que lorsque cette concession deviendra l'objet de travaux plus importants, elle pourra donner lieu à une extraction régulière et assez considérable.

— La concession de Sully, opposée à celle du Moloy et dépendante de la lisière orientale du bassin, a été attaquée jusqu'à ce jour sur deux points différents. Près du val Saint-Benoît on y a découvert deux couches de houille collante, mais schisteuse, de 1 mètre de puissance chacune, que l'on a fort peu explorées. Ces veines s'y montrent associées à un beau grès houiller; elles paraissent avoir été déposées dans une anse du terrain ancien, comme les houilles de Ressille et du Curier de la concession d'Épinac l'ont été dans l'extrémité rétrécie du bassin principal. Il est donc fort possible qu'elles soient une prolongation de ces dernières. Près de Grosme, on ne connaît encore qu'une seule veine de 1 mètre de puissance qui paraît se lier à celle anciennement découverte aux environs de Creusefond. Cette veine unique donne d'ailleurs une houille pure, de meilleure qualité que celle du Moloy. On sera bientôt en mesure de l'exploiter régulièrement, et au-dessous d'elle on peut espérer de rencontrer aussi une deuxième veine qui donnerait alors de l'importance à cette concession.

Enfin, la concession de Chambois, située au centre du bassin houiller, et dans laquelle il ne se trouve que deux veines puissantes de $0^m,60$ et $1^m,10$, qui ondulent près de la surface, contiennent beaucoup de milieux stériles et n'augmen-

tent nulle part de puissance; cette concession est depuis plusieurs années l'objet de travaux réguliers d'extraction qui ne paraissent pas susceptibles d'acquérir plus d'importance.

Le bassin houiller d'Autun renferme des houilles de toute nature, depuis les houilles anthraciteuses de la Vesvre jusqu'aux houilles grasses à longues flammes de Saint-Blaise. Celles exploitées sont généralement des houilles mi-grasses, à cassure schisteuse, qui donnent en petit de 65 à 70 p. o/o d'un coke peu boursouflé, et dans lesquelles le rapport des matières volatiles à celui de la houille sans cendres varie de 37 à 33 p. o/o. Parmi ces dernières, la houille de Sully est la plus collante et la plus propre au travail de la maréchalerie, tandis que pour les évaporations c'est la houille de la couche inférieure d'Épinac qui l'emporte de beaucoup sur toutes les autres. Pour ce dernier emploi, les houilles de Sully et de Chambois occupent le second rang, et celles du Moloy le dernier.

Les trois mines du Moloy, de Sully et de Chambois, privées de tous moyens économiques de transport extérieur, n'ont pour elles que la consommation locale qui est bornée à un très-petit rayon, concentrée en quelque sorte dans le bassin même, et qui n'offre point d'éléments particuliers de développement. Ces mines pourraient verser leurs produits sur les marchés du nord et de l'est en se ralliant à un chemin de fer qui irait d'Autun à Épinac, et aller gagner les marchés du sud à l'aide de l'Arroux canalisé; mais pour engager à faire les dépenses qu'occasionneraient ces travaux, il faudrait que ces mines donnassent des produits

de meilleure qualité, et qu'elles fussent en mesure d'extraire des quantités plus considérables.

La mine d'Épinac livre à la consommation locale environ 150,000 hectolitres, et verse au loin le reste de ses produits au moyen du chemin de fer de 27,700 mètres de longueur, qui se dirige vers le canal de Bourgogne. Les principaux marchés sur lesquels arrivent les houilles d'Épinac sont ceux de Paris, de l'Alsace et de la Bourgogne. La place de Paris est d'ailleurs de peu d'importance pour elles, attendu qu'elles ont peine à y soutenir pour la forge la concurrence des houilles de Saint-Étienne et de Brassac, et pour la grille celle des houilles de Mons et de Valenciennes. Le marché de l'Alsace peut, avec des soins et des sacrifices sur les prix de vente, devenir pour la mine d'Épinac plus important qu'il n'a été jusqu'ici, mais ne promet pas encore de lui prendre de bien grandes quantités; le marché de la Bourgogne est donc le seul sur lequel cette mine puisse faire de grands placements, encore la consommation paraît-elle devoir y être toujours fort restreinte par l'emploi des houilles supérieures de la Loire. Cet état de chose rend par suite fort désirable la création aux environs d'Épinac de quelque usine métallurgique ou autre qui vienne accroître la consommation locale et permette de donner aux travaux d'exploitation tous les développements dont ils sont susceptibles.

CHAPITRE III.

Considérations statistiques et économiques relatives au bassin houiller de Blanzy.

Le bassin de Blanzy a une étendue superficielle

de 920 kilomètres carrés, dont environ 83 en terrain houiller. La houille est connue de temps immémorial dans ce bassin. Les terriers du Plessis de 1528, d'Ocle de la même époque, de Montcenis de 1610, de Torcy de 1640, établissent les droits des seigneurs sur les terrains à houille. Ces droits étaient du tiers et quelquefois des deux tiers du charbon extrait.

Les premiers travaux un peu suivis datent de 1769, époque à laquelle M. Delachaise, seigneur engagiste de la baronnie de Montcenis obtint le droit exclusif de tirer pendant 50 ans du charbon dans cette baronnie sur une étendue de 31 lieues carrées. Ces travaux ne prirent d'ailleurs d'importance qu'après l'établissement qui eut lieu en 1782 pour le service de la marine, de la fonderie et des hauts-fourneaux du Creusot.

Dans cette même année 1782, une nouvelle mine fut ouverte, celle de Saint-Berain sur d'Heune qui fut concédée sur une étendue superficielle de 21 lieues carrées, et pour 25 ans à M. Guyton Morneau. Celle-ci fournit exclusivement à la verrerie que l'on établit sur cette commune.

Les deux concessions de Montcenis de 1769 et de Saint-Berain de 1782 embrassaient presque tout le terrain houiller du centre, et ne laissaient en dehors d'elles que les terrains houillers qui se trouvent à l'ouest de la rivière l'Arroux entre Toulon et la Loire. Ces deux concessions furent confirmées par la loi du 21 juillet 1791 qui prescrivit leur réduction à 6 lieues carrées. La réduction de la concession de Saint-Berain fut tout aussitôt prononcée, celle de la concession de Montcenis fut au contraire retardée par divers motifs, et cette dernière concession continua d'être ex-

ploitée sans qu'il y eût rien de fixé su ses nouvelles délimitations. De 1826 à 1830 diverses recherches de houille furent entreprises dans les environs de Blanzy, lesquelles furent suivies de demandes qui forcèrent enfin les concessionnaires de Montcenis à se faire délimiter. Après la délimitation de cette concession et son partage dans les deux concessions partielles du Creusot et de Blanzy, les terrains demeurés libres aux environs donnèrent lieu à l'institution de 8 concessions distinctes. En 1838 la concession de Montchanin fut encore détachée de celle du Creusot; enfin les terrains houillers des environs de Toulon et Gueugnon, dans la vallée de l'Arroux, furent aussi à diverses époques l'objet de travaux de recherche qui amenèrent l'établissement de trois autres concessions.

En résumé quinze concessions ont été accordées dans le bassin houiller de Blanzy, lesquelles comprennent une étendue superficielle de 327.32 kilomètres carrés, et qui laissent encore libres les terrains houillers des environs de Charrecey et ceux qui s'étendent de la concession de Pully à la petite ville de Toulon sur Arroux.

— Le tableau suivant indique l'importance actuelle de ces diverses concessions, d'après la moyenne des dernières années.

Noms des concessions.	Étendues superficielles.	Richesses. Nombre des couches exploitées.	Richesses. Puissance des couches.	Nombre des ouvriers occupés.	Extraction annuelle.	Observations.
	kilom.				hect.	
1° Saint-Bérain. . . .	120	2	1° 0m,90 à 2m,60 2° 1m. à 4m.	140	150.000	On connait une 3e couche non exploitée, puissante de 0m,65 à 1m,60.
2° Les Fauches.	5,75	»		»	»	Une couche de 1 m. non exploitée.
3° Longpendu.	7,10	1	1m,50 à 4m.	150	200.000	
4° Montchanin.	17,16	3	1re 30 à 75m. 2e et 3e 2 à 4m.	380	450.000	
5° Le Ragny.	6,45	3	1 à 2m. chacune.	60	40.000	
6° Les Perrins.	4,59	»	»	»	»	
7° Les Crespins.	4,65	1	2 mètres.	30	15.000	On connait 2 couches supérieures, puissantes de 1m. à 1m,30.
8° Blanzy.	42,53	1	2 à 5 m. à Blanzy. 12 à 20m au Mont-Cénis et à Lucy	650	900.000	
9° Theuré-Maillot. . .	6,97	»	1m,50 à 1m,80	35	32.000	La Theuré-Maillot a, de 1833 à 1840, occupé 200 ouvriers et fourni, année moyenne, 225.000 hect.
10° Les Badeauds. . .	5,91	3	»	»	»	
11° Les Porrots. . . .	16,51	2	0m,75 et 1m.	20	18.000	
12° Le Creusot	62,11	1	12 à 15 mètres.	600	800.000	
13° Les Petits-Châteaux	7,33	2	0m,50 à 2 et 3 m.	25	2.000	
14° Pully.	5,82	»	»	8	»	
15° Grandchamp. . . .	14,44	3	2, 3 et 6 mètres.	45	20.000	On connait encore deux couches puissantes, de 1 et 2 mètres.
Total.	327,32	»	»	2.143	2.627.000	

On voit par ce tableau que dans le bassin houiller de Blanzy, 1° trois concessions sont jusqu'à ce jour restées inexploitées, savoir celles des Fauches, des Perrins et des Badeauds.

La concession des Fauches, dans laquelle on ne connaît encore qu'une seule veine de houille, paraît d'ailleurs devoir renfermer la suite des couches exploitées à Saint-Bérain.

La concession des Perrins, placée, de même que celle des Crépins qui lui est contiguë, à la limite nord de la concession du Ragny, doit aussi renfermer au-dessous des grès bigarrés qui en occupent la surface, le versant nord des gîtes dont l'existence a été reconnue dans la partie orientale de cette dernière.

Enfin la concession des Badeauds renferme le prolongement des couches de la Theuré-Maillot qui y ont été positivement traversées par des sondages et qui pourront y être exploitées plus tard.

2° Six concessions sont encore ou à l'état de recherche, ou à celui d'exploitation irrégulière. Ce sont à la lisière sud du bassin les concessions des Crépins, du Ragny et des Porrots, et à la lisière nord, les concessions des Petits-Châteaux, de Pully et de Grandchamp.

Les concessions des Crépins et du Ragny paraissent contenir les deux versants opposés de trois veines distinctes, mais fort accidentées, dont une seule a mérité jusqu'ici d'être suivie et n'a donné lieu encore qu'à des extractions très-irrégulières.

La concession des Porrots, faisant suite à celle de la Theuré-Maillot, doit contenir le prolongement des trois couches existant dans cette dernière, mais réduites à une puissance beaucoup moindre ; on n'y connaît encore que deux de ces

veines dont les épaisseurs sont de 1 mètre et $0^m,75$; on suppose d'ailleurs que la troisième veine y est représentée par un banc de grès schisteux charbonneux, traversé dans le puits des Porrots sur une épaisseur de $1^m,50$.

Quant aux concessions des Petits-Châteaux, de Pully et de Grandchamp, elles contiennent plusieurs veines de houille grasse qui offrent en grand la disposition en chapelet, et qui sont en outre sujettes à ressauts et à mélanges de schistes. Les deux premières n'ont pu arriver encore à une exploitation suivie, la troisième seule présente en ce moment quelque importance.

3° Enfin six concessions sont aujourd'hui en exploitation régulière. Les trois plus importantes de celles-ci sont les concessions de Blanzy, du Creusot et de Montchanin qui contiennent de grandes richesses, et dont la première peut surtout être regardée comme inépuisable. Les mines de Montmaillot et de Saint-Bérain, quoique moins importantes, sont cependant susceptibles de fournir des quantités assez considérables. La mine de Longpendu, sujette à beaucoup d'accidents, est la seule dont l'avenir ne paraisse pas assuré.

— Les produits du bassin houiller de Blanzy comprennent les quatre espèces de houille suivantes :

1° Des houilles anthraciteuses à coke pulvérulent, qui donnent par l'analyse immédiate 85 à 90 p. o/o de coke peu chargé de cendres, et dans lesquelles le rapport des matières volatiles à celui de la houille sans cendres est celui de 10 à 15 p. o/o. Ce charbon n'a encore été employé qu'au chauffage des chaudières.

2° Des houilles grasses à coke boursouflé dont

on peut distinguer deux variétés : l'une tendre, très-éclatante, brûlant avec flamme courte et presque sans fumée, celle-ci rend en petit plus de 70 p. o/o de coke à teneur de 5 à 10 p. o/o de cendres, lequel convient bien à la fusion des minerais, et le rapport des matières volatiles à celui de la houille pure y varie de 20 à 25 p. o/o. Cette houille est propre à la généralité des usages industriels.

L'autre variété, plus dure et moins éclatante que la précédente, brûle avec longue flamme et beaucoup de fumée, elle donne encore plus de 70 p. o/o de coke, mais celui-ci tenant de 20 à 25 p. o/o de cendres est impropre à la fusion des minerais. Le rapport des matières volatiles à celui de la houille pure est ici de 34 à 36 p. o/o. Cette houille forme le passage à la suivante.

3° Des houilles mi-grasses à coke peu boursouflé, qui donnent de 60 à 70 p. o/o d'un coke poreux et friable, et dans lesquelles le rapport des matières volatiles à celui de la houille pure varie de 35 à 45 p. o/o. Ces houilles sont recherchées pour les chaudières, en ce qu'elles font beaucoup de flamme et donnent un feu soutenu.

4° Enfin des houilles sèches à coke fritté, qui brûlent avec longue flamme, donnent de 50 à 60 p. o/o de coke, et dans lesquelles on a le rapport de 40 à 45 p. o/o pour celui des matières volatiles; la houille sans cendres. Ces houilles sont encore employées au chauffage des chaudières, elles conviennent au mieux pour les foyers domestiques.

Les houilles anthraciteuses et maréchales se trouvent seulement et exclusivement dans la zone

septentrionale du bassin de Blanzy, laquelle repose immédiatement sur un terrain de grauwacke et de trapps. La variété anthraciteuse n'est connue que sur un point de cette zone, et elle compose dans la région ondulée de la partie occidentale du gîte du Creusot, la veine la plus éloignée des terrains anciens. Les houilles grasses à courte flamme ne se trouvent encore qu'au Creusot, mais à la jonction du terrain de grauwacke; elles occupent principalement la partie orientale du gîte, sont les plus grasses aux environs du puits Chaptal et 14, et deviennent d'autant moins collantes qu'on s'éloigne davantage, de part et d'autre, de ce point. Enfin les houilles grasses à longue flamme commencent à paraître à Saint-Eugène, et composent les gîtes compris entre Saint-Eugène et Grandchamp.

Les houilles mi-grasses et les houilles maigres à longues flammes constituent seules la zone méridionale qui repose sur un terrain de gneiss. Ces deux natures de houille paraissent d'ailleurs y former chacune plusieurs dépôts qui se succèdent alternativement et passent des unes aux autres.

J'ai cherché à déterminer, par une série d'expériences, la valeur relative des différentes espèces de houille du bassin de Blanzy, sous le rapport de leur effet utile. Il résulte de ces expériences que pour les évaporations ces divers charbons peuvent être divisés en trois classes :

La première classe comprend les charbons gras du Creusot, qui consomment 38 à 40 kilogr. par heure, et qui évaporent 5k.,60 à 6 kilogr. d'eau par kilogr. de charbon.

La deuxième comprend les charbons secs du

Montceau, et ceux mi-collants de Montchanin et de Longpendu, qui brûlent de 55 à 60 kilogr. par heure, et qui évaporent 4 kilogr. à 4,74 par kilogramme de charbon brûlé.

Enfin la troisième comprend les charbons mi-collants de Saint-Bérain et des Communautés, et les charbons secs de Lucy et de Montmaillot, qui brûlent de 52 à 58 kilogr. par heure, c'est-à-dire à peu près la même quantité que les précédents, mais qui n'évaporent que 3k.,33 à 3k.,78 par kilogramme de charbon brûlé.

Les mines du bassin houiller de Blanzy trouvent dans le pays même l'emploi d'une partie importante de leur production, l'autre est expédiée sur les différents marchés par le canal du Centre, qui conduit d'une part à la Loire, d'autre part à la Saône et au canal du Rhône au Rhin.

Les mines de la zone méridionale sont généralement reliées au canal du Centre par de petits chemins de fer de 1.000 à 1.500 mètres de longueur. Parmi celles de la zone septentrionale, il n'y a encore que la mine du Creusot qui soit reliée à ce même canal par un chemin de 10.356 mètres de longueur. Bientôt un nouveau chemin de fer d'à peu près même étendue reliera la mine de Grandchamp à la Loire.

Les houilles consommées dans le département et s'élevant aux $\frac{56}{100}$ de la production totale, se répartissent à peu près ainsi entre les diverses industries; l'industrie du fer, proprement dite, emploie environ les 0,41 de cette quantité, les machines à vapeur 0,236, le chauffage domestique 0,165, la briqueterie, la chaufournerie et les

verreries encore 0,165, enfin la maréchalerie et la serrurerie 0,024.

Les houilles consommées hors du département, formant seulement les 44/100 de la production totale, sont principalement employées au chauffage des machines à vapeur, des foyers pour brasseries, teintureries, etc., et des foyers domestiques. Une petite partie sert encore à chauffer les fours à réverbère, étant alors mélangée aux houilles de la Loire.

La consommation locale n'est pas encore arrivée à son plus haut point de développement, car les verreries qui n'ont jusqu'ici marché que très-irrégulièrement, pourront recevoir beaucoup d'activité, et la chaufournerie, qui n'a encore fourni à l'agriculture que d'insignifiantes quantités de chaux, paraît devoir prendre bientôt une grande faveur sous le rapport des amendements, et faciliter par suite l'écoulement des charbons menus. Enfin le bassin de Blanzy, si bien placé pour recevoir à bas prix les excellentes fontes du Berry et de la Franche-Comté, pourra voir encore s'élever quelques établissements qui puddleront ces fontes avec avantage au moyen des houilles mi-collantes de ce pays qui sont de qualité suffisamment bonne pour cet emploi.

La consommation extérieure est également susceptible de prendre de l'extension. Elle est restreinte aujourd'hui par le peu d'homogénéité dans les qualités de houille fournies tout venant, par l'éloignement des principaux centres de consommation et le temps de la conduite qui a une si grande influence sur des charbons très-altérables à l'air; enfin par les frais élevés de transport. Or,

on peut améliorer les qualités en faisant un triage soigné de toutes les houilles extraites, en n'expédiant au loin que les premières qualités, et réservant les dernières pour l'alimentation des nouvelles usines à créer sur les lieux; on abrégera le temps de la conduite en employant sur le canal du Centre des moyens de halage plus expéditifs. Quant aux frais de transport, cause principale du surenchérissement des houilles, ils seraient beaucoup diminués par la suppression des droits élevés sur les canaux et les rivières, et l'État, qui a le plus grand intérêt à ce que nos houillères prospèrent, fera sans doute incessamment droit, à ce sujet, aux réclamations qui s'élèvent de tous côtés.

Les débouchés extérieurs des houilles du bassin de Blanzy sont encore restreints par les nombreuses concurrences que ces houilles rencontrent de toutes parts. Ainsi, on voit que celles qui s'expédient sur la Saône se trouvent arrêtées à la hauteur de Lyon par les houilles de la Loire qui les excluent entièrement des marchés du Rhône et du Midi, et qu'elles rencontrent à la hauteur de Saint-Jean-de-Losne les houilles d'Épinac qui l'emportent sur elles dans la Bourgogne. On voit encore que les houilles qui sont expédiées sur la Loire trouvent en débouchant dans cette vallée non-seulement les houilles de la Loire, mais encore celles des nombreux bassins houillers de l'Allier et de la Nièvre, et qu'en arrivant à Paris elles rencontrent en outre les houilles d'Épinac et celles de Mons. Si on examine toutefois avec attention les différences de qualité et de prix de ces différents combustibles, on se convaincra qu'il devra toujours rester aux houilles de Blanzy une place fort im-

portante dans la consommation extérieure, et qu'elles devront par suite profiter de l'accroissement que tend à prendre partout l'emploi du combustible minéral.

RAPPORT

Concernant l'emploi du charbon maigre du bassin houiller de Valenciennes (anthracite), sur les grilles des machines à vapeur.

Par M. Ed. BLAVIER, Ingénieur en chef des mines.

Des expériences ayant pour objet d'augmenter la combustibilité du charbon maigre du bassin houiller de Valenciennes, ont été entreprises en 1841 sur l'une des mines ouvertes dans le voisinage de l'ancienne abbaye de Vicoigne (1).

Elles furent faites sur la machine d'extraction placée à l'orifice de la fosse dite du Mont-des-Hermites.

On n'avait pu réussir jusque-là à brûler sur la grille du charbon de Vicoigne sans le mélanger, par moitié au moins, avec du charbon gras qu'on tirait des mines de Douchy.

L'anthracite de Vicoigne, comme celui provenant des mines de Fresnes et de Vieux-Condé, est un charbon compacte, fort peu bitumineux, qui s'enflamme avec beaucoup de difficulté, qui brûle presque sans flamme, ou du moins avec une flamme qui n'atteint pas un décimètre de longueur. Ce combustible a une certaine tendance

(1) Les premières expériences ont été faites par M. Evrard, professeur de physique à Valenciennes, et alors directeur des travaux de l'une des sociétés charbonnières en recherche à Vicoigne; elles furent continuées ensuite sur la mine de Château-l'Abbaye par M. Méhu, directeur de cette exploitation; puis enfin, en 1842, une série d'expériences comparatives fut exécutée sur la mine de Vicoigne.

à décrépiter et à passer à l'état menu, et par conséquent, comme il ne colle, ni ne fritte, il traverse facilement la grille.

Pour parvenir au résultat désiré, l'emploi du charbon maigre sur les grilles, il fallait donc: 1° empêcher le charbon menu de passer dans le cendrier; 2° faire brûler ce combustible avec plus d'activité; 3° lui faire produire de la flamme en brûlant.

Voici comment ce triple but a été atteint.

On a rapproché considérablement les barreaux des grilles. Ces barreaux étaient espacés de 12 à 15 millimètres, l'espacement a été réduit à 5 millimètres.

Pour activer la combustion on a fait arriver au moyen d'une buse en tôle, débouchant sous le cendrier, un filet de vapeur pris à la chaudière et qui vient s'épanouir sous le cendrier hermétiquement fermé d'ailleurs au moyen de portes. Il en résulte un courant très-actif d'air affluant par la buse; cet air mélangé de vapeur détermine une combustion vive. Probablement une partie de la vapeur d'eau, en passant à travers le charbon incandescent, se décompose, et de cette décomposition résulte une certaine quantité de gaz hydrogénés, et notamment d'hydrogène proto-carboné, qui produisent de la flamme.

Quoi qu'il en soit, et indépendamment de toute explication, il est constant que l'emploi d'un jet de vapeur donne une grande vivacité à la combustion du charbon maigre, et produit une flamme qui peut atteindre communément 25 à 30 centimètres de longueur.

Une fois qu'on se fut assuré, après les premières expériences, qu'on marchait dans une bonne voie,

On chercha les conditions qui satisfaisaient le mieux à la solution du problème, en ayant égard non-seulement au résultat technique, mais aussi (et en industrie c'est toujours là le point essentiel) aux données économiques de la question.

En 1842 on a exécuté sur les mines de Vicoigne, à la fosse dite *de Vicoigne*, ou n° 2, une série d'expériences sous ce point de vue. Ainsi, on a fait varier la disposition des barreaux, celle du cendrier, le diamètre de la buse d'introduction d'air, le diamètre de la prise de vapeur, celui de l'orifice d'injection de la vapeur. On a essayé aussi d'éparpiller la vapeur en plusieur jets.

Ces essais ont conduit à l'adoption des dispositions et dimensions suivantes pour les diverses parties de l'appareil.

Foyer. — La grille doit être large. Elle doit avoir presque autant de largeur que de longueur. On lui donne à Vicoigne $1^m,18$ de largeur sur $1^m,24$ de long. Les barreaux doivent présenter 5 millimètres tout au plus d'espacement. Le pont en maçonnerie qui termine le foyer est monté à $0^m,60$ au-dessus de la grille, et s'élève jusqu'à $0^m,20$ du niveau inférieur des bouilleurs, lesquels par conséquent ne sont distants que de $0^m,70$ de la grille.

Cendrier. — L'espace au-dessous de la grille se compose d'un vide prismatique long de $1^m,20$, haut et large de $0^m,40$, lequel se relie latéralement et vers le fond aux lignes terminales de la grille par des plans inclinés de 25 à 30 degrés à l'horizon.

Le cendrier est fermé par devant au moyen d'une porte en fonte; et comme il est indispensable que cette porte soit très-hermétiquement

Les chiffres que nous avons donnés plus haut et qui sont le résultat des expériences faites à Vicoigne, ont été obtenus avec une machine qui marchait peu activement, sous une pression de 3 à 3 1/2 atmosphères; par conséquent, d'après ce que nous avons dit, dans des conditions peu favorables du foyer modifié.

Toutefois, dans certaines usines où l'on a introduit l'emploi de la houille maigre avec un jet de vapeur, il est arrivé dans certains cas, où l'on avait besoin d'une production très-rapide de vapeur, qu'on n'a pu l'obtenir avec le charbon maigre seul, et qu'il a fallu le mélanger avec $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de charbon gras.

En définitive, il paraît résulter des renseignements qui nous ont été fournis, que dans les circonstances les plus favorables, on arrive, par le procédé nouveau, à substituer à volume égal le charbon maigre au charbon gras.

Or, comme toute l'année dernière, et pendant les huit premiers mois de celle-ci, l'hectolitre ras de charbon gras valait sur les mines du bassin de Valenciennes 1 fr. 10 c. en moyenne, tandis que l'hectolitre comble de charbon maigre ne se vendait que 0 fr. 75 c., non-seulement sur le carreau des mines, mais sur les ports de Valenciennes, de Saint-Amand ou de Marchiennes, on voit qu'il y avait un bénéfice très-considérable à faire usage du charbon maigre. Aussi la compagnie des mines de Vicoigne, qui a pris un brevet d'invention pour l'emploi de ce procédé, l'a-t-elle fait adopter dans plus de quarante usines, principalement dans les environs de Lille. Il convient pourtant de faire remarquer que par cela même que les frais de transport jusqu'au lieu de consommation sont les

mêmes pour les deux sortes de combustible, l'avantage économique qui résulte de l'emploi de la houille maigre va nécessairement en décroissant à mesure qu'on s'éloigne des lieux de production ou d'entrepôt.

Aujourd'hui que par suite de l'arrangement conclu entre les deux sociétés charbonnières d'Anzin et de Vicoigne, le prix du charbon maigre a pu se relever de manière à ne différer que de 15 cent. par hectolitre de celui du charbon gras, il est permis de douter que l'usage de l'emploi du charbon maigre sur les grilles des machines à vapeur se développe, ou même qu'il se perpétue dans les usines dans lesquelles il a été introduit à la faveur du soufflage à la vapeur.

Sur les mines de charbon maigre de la compagnie d'Anzin, on chauffait, il y a peu d'années, les machines à vapeur employées à l'extraction, au moyen du charbon gras. Dans le commencement de l'année dernière on a substitué sur ces mines le charbon maigre au gras, sans toutefois employer le jet de vapeur pour activer la combustion. On n'a fait d'autre modification aux foyers anciens que de rapprocher les barreaux des grilles. La conduite du travail exige un peu plus d'attention de la part du chauffeur. On doit tenir la couche du combustible répandue sur la grille moins épaisse que lorsqu'on brûle du charbon gras.

Le tableau ci-après des consommations des deux quinzaines correspondantes des années 1841 et 1843, fournit des termes de comparaison pour les deux sortes de charbon.

De la comparaison des résultats qui y figurent on peut déduire que pour une même quantité de travail utile la consommation est plus grande avec

Nom de la Fosse.	Temps de l'épreuve.	Extraction de			Poids total.	Profondeur du puits.	Travail utile. — Dynamies.	Espèce de charbon.	Consommation totale du charbon.	Nombre d'heures d'activité.	Travail utile par heure d'activité. — Dynamies.	Consommation par		Observations.
		charbon.	eau.	terres.								heure.	dynamie.	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
		hect.	hect.	hect.	q. mèt.	mèt.			hect.			hect.	kilog.	On a pris pour le poids de l'hectolitre de charbon gras. 85k. Charbon maigre. . 90 Terres. . 150 Eau. . . . 100
Grand-Wez.	1re quinzaine de mai 1841.	2.736	2.730	162	5.435	280	152.180	Gras. .	79	93	1.636	0,849	0,044	
	1re quinzaine de mai 1843.	2.698	2.327	214	5.976	280	187.328	Maigre	124	152	1.100	0,815	0,066	
Sartiau. . . .	1re quinzaine de mai 1841.	14.040	»	416	13.260	145	192.270	Gras. .	87	218	881	0,398	0,038	
	1re quinzaine de mai 1843.	165 6	»	279	15.329	145	222.270	Maigre	112	217	1.024	0,516	0,045	

le charbon maigre qu'avec le charbon gras, et dans un rapport très-favorable à cette dernière sorte de combustible. On voit que ce rapport a été pour la machine du Grand-Wez de 150 : 100, et à celle de Sartiau de 118 : 100.

Les chiffres inscrits à la colonne douzième font voir que le travail dans cette dernière machine a été poussé plus activement pendant la marche au charbon maigre que pendant celle au charbon gras, et que le contraire a eu lieu à la machine du Grand-Wez. C'est à cette circonstance qu'il convient sans doute d'attribuer la différence dans les rapports qui expriment les consommations relatives.

En tout cas, on peut remarquer que dans des circonstances d'activité analogues à celles dans lesquelles on s'est trouvé placé au Sartiau pendant les deux quinzaines d'épreuve, le rapport de la consommation des deux sortes de charbon (118 : 100), n'a pas sensiblement dépassé celui que nous avons indiqué plus haut comme ayant été obtenu dans les épreuves faites à Vicoigne (117 : 100) pour la combustion du charbon maigre au moyen d'un jet de vapeur.

En résumé, des faits et observations consignés dans ce rapport on peut tirer les conclusions suivantes :

1° L'émission d'un jet de vapeur sous le cendrier des grilles fait brûler activement et avec flamme le charbon maigre ou anthracite du département du Nord.

2° Ce procédé n'est avantageux sous le rapport économique que lorsque la vapeur lancée est entretenue à une pression d'au moins 4 atmosphères. Dans ce cas, on peut dans le travail substituer le charbon maigre au charbon gras volume à volume,

et il reste en bénéfice toute la différence du prix des deux sortes de combustible.

3° L'emploi du charbon maigre au moyen du jet de vapeur a présenté une très-notable économie dans les usines du département du Nord pendant les années dernières, en raison de l'énorme abaissement qu'avait subi le prix de cette sorte de combustible minéral. Aujourd'hui que la différence entre les deux sortes de combustible n'est que de 0 fr. 15 c. par hectolitre, l'avantage qu'on a trouvé à faire usage de ce procédé se trouve fort amoindri.

Ce procédé doit trouver surtout un emploi très-avantageux dans les contrées où les exploitations charbonnières ne produisent que de l'anthracite, et où la houille grasse, tirée de loin, revient à un prix très-élevé, telles que le Maine, le Dauphiné, etc.

4° Le charbon maigre peut être employé sur les grilles sans le secours d'un jet de vapeur lorsque la production de la vapeur, en raison de la nature du travail, ne doit pas être très-active. Dans ce cas la consommation en poids de cette sorte de charbon dépasse celle qu'on ferait du charbon gras de 18 à 50 pour 0/0.

5° La conduite du chauffage au charbon maigre exige de la part de l'ouvrier qui gouverne le feu moins de travail physique, mais plus d'intelligence et d'attention. Il est très-essentiel que la couche de combustible répandue sur la grille n'ait pas plus de 0^{m},15 d'épaisseur, et que le rechargement se fasse avant que le feu soit trop tombé.

DESCRIPTION

de plusieurs espèces minérales appartenant à la famille du zinc.

Par M. LÉVY.

M. Lévy a présenté à l'Académie, en 1839, un mémoire d'après lequel ce savant professeur avait décrit plusieurs espèces minérales appartenant à la famille du zinc; pour compléter ce travail, il y avait ajouté en outre des formes inconnues du zinc carbonaté et du zinc oxydé silicifère.

La mort est venu surprendre M. Lévy au moment où il allait publier son travail. Plusieurs des résultats les plus importants de ce mémoire ont été introduits dans divers traités de minéralogie; mais aucun d'eux ne contenait une description exacte et complète de ces minéraux; nous avons cru qu'il ne serait pas sans intérêt de donner un extrait du mémoire de M. Lévy.

I. *Zinc carbonaté.*

Haüy qui avait reconnu que la forme primitive de ce minéral était un rhomboïde obtus, n'avait pas pu, avec son goniomètre d'application, mesurer les angles de ce rhomboïde. C'est Wollaston qui, le premier, au moyen de son instrument, trouva cet angle de 107° 40'. Cependant M. Phillips, dont les mesures sont ordinairement si exactes, donne, dans son ouvrage, 106° 30'; pour m'assurer de quel côté était la vérité, j'ai mesuré au goniomètre réflecteur des cristaux par-

faitement nets et facilement clivables de carbonate de zinc de Moresnet, et la moyenne de mes observations a été exactement 107° 40′ : les écarts extrêmes étant 107° 33′ et 107° 45′.

On voit donc que l'angle du rhomboïde primitif du zinc carbonaté est de 2° 35′ plus fort que celui de la chaux carbonatée, quoique la chaux et l'oxyde de zinc soient considérés comme des bases isomorphes.

Les divers auteurs ne sont pas plus d'accord sur la pesanteur spécifique que sur la forme de cette substance.

Haüy, d'après Smithson, donne pour les limites 3,598 à 4,336; M. Beudant, dans son *Traité*, répète les mêmes nombres.

Or, si l'on consulte des tables de pesanteurs spécifiques faites avec soin, on en conclut qu'il est impossible que deux nombres aussi différents puissent représenter l'un et l'autre la pesanteur spécifique de diverses variétés d'un même minéral; il est probable que l'un de ces nombres se rapporte à l'espèce zinconise ou hydrocarbonate de zinc analysé par Smithson et M. Berthier; et, en effet, en opérant sur environ 3 grammes de petits cristaux bien purs, j'ai trouvé 4,45, nombre qui s'accorde avec la détermination de Haïdinger.

Les variétés de formes cristallines du zinc carbonaté que l'on trouve à Moresnet sont peu nombreuses; voici celles que j'ai observées.

1° La forme primitive, *fig.* 1, *Pl. XVIII*, en petits cristaux parfaitement nets, blancs, transparents, très-éclatants, engagés entre eux et disséminés dans une argile endurcie verte et rouge;

2° La forme dont le signe représentatif est

$p\ e^{\frac{4}{3}}$, *fig.* 2, *Pl. XVIII*, résultant de la combinaison des faces primitives avec celles d'un rhomboïde aigu : dans les cristaux, les premières sont toujours brillantes, les secondes au contraire sont ternes. Cette variété assez rare se trouve dans les cavités de divers minerais de zinc et surtout dans celles de l'espèce que je décrirai bientôt sous le nom de willémite.

3° La variété dont le signe est $p\ b^{1}$, *fig.* 3, c'est le rhomboïde primitif dont les bords supérieurs sont émarginés : les petits cristaux de cette variété sont blancs, jaunâtres ou brunâtres à l'extérieur, transparents au centre ; ils semblent avoir subi un commencement de décomposition.

4° Cette variété offre la forme d'un prisme hexaèdre terminé par les faces d'un rhomboïde légèrement aigu dont les arêtes supérieures sont émarginées, *fig.* 4 ; son signe cristallographique est $p\ d^{1}\ e^{1}$: les faces d^{1} sont raboteuses ; les faces e^{1} sont ternes ; les faces p sont les seules brillantes. Ces cristaux sont ordinairement engagés entre eux et forment une croûte qui tapisse les cavités du zinc silicaté ou d'un autre minerai ; quoique leur couleur soit le rose, ils ne contiennent pas la plus petite trace de manganèse.

5° La variété dont le signe cristallographique est $p\ e^{\frac{3}{1}}$ résulte comme la seconde de la combinaison des faces primitives avec celles d'un rhomboïde très-aigu ; ces cristaux, qui ont quelquefois une légère teinte rougeâtre, sont presque toujours recouverts d'une couche très-mince, qui est tantôt d'un blanc mat, tantôt d'un jaune plus ou moins brunâtre, ou tout à fait noire : dans le premier cas cette couche serait sans doute de l'oxyde zinc ; dans le second, de l'hydrate de fer,

et dans le troisième sa couleur serait due au manganèse. Les faces du rhomboïde aigu sont toujours raboteuses et quelquefois bombées, et les petits cristaux dans lesquels les faces primitives ont peu d'étendue, ressemblent à des rhomboïdes très-aigus à faces courbées.

Le zinc carbonaté se trouve encore en croûtes orangé rougeâtre, formées de petits cristaux serrés les uns contre les autres, dont les sommets paraissent appartenir au rhomboïde e^1 et qui tapissent souvent les cavités de la willémite.

Dans cette localité le carbonate de zinc est fréquemment allié au silicate; mais il paraît y être beaucoup moins abondant que ce dernier.

L'altération dont j'ai déjà parlé pour les cristaux de carbonate de zinc est quelquefois assez considérable pour que l'on trouve de véritables pseudomorphoses noires, à surface brillante en rhomboïdes, mesurant les mêmes angles que le zinc carbonaté, et composées de fer hydraté grenu et friable.

II. *Zinc silicaté.*

Les cristaux de cette substance que Haüy avait observés n'ayant qu'un seul sommet, il n'a pas pu observer si dans le zinc silicaté, comme dans plusieurs autres minéraux facilement électrisables par des changements de température, les extrémités du cristal chargées d'électricités différentes, présentaient des modifications diverses. Les variétés de forme trouvées à Moresnet mettent dans tout son jour cette singulière corrélation.

La forme primitive du zinc silicaté est un prisme rhomboïdal dans lequel l'incidence des faces latérales est de 103° 56′, et le rapport d'un

des côtés de la base à la hauteur, à peu près celui des nombres 14 et 5.

Les cristaux se clivent facilement parallèlement aux faces latérales de la forme primitive : les plans de clivage sont très-brillants ; il existe encore un autre clivage, mais qui est plus difficile à obtenir parallèlement aux faces de la modification a^1.

J'ai trouvé la pesanteur spécifique en la prenant avec une excellente balance et sur des cristaux très-purs, égale à 3,379, nombre différent de ceux que donnent Haüy et Beudant.

Voici maintenant les formes les plus intéressantes que j'aie trouvées à Moresnet.

1° La plus simple a pour signe cristallographique $\frac{1}{2}(p)mg^1\frac{1}{2}(e_3)$, *fig.* 8

Les cristaux sont terminés d'un côté par un plan perpendiculaire à l'axe et de l'autre par une pyramide composée des faces e_3; c'est toujours par le sommet formé par les faces e_3 que les cristaux sont engagés entre eux ou dans la gangue, et quand ils deviennent électriques, c'est toujours ce sommet qui est négatif.

Cette variété se trouve en petits cristaux d'un blanc laiteux engagés dans la calamine.

2° La variété précédente augmentée de la moitié de faces de la modification $a^{\frac{1}{3}}$ et émarginée à l'endroit des intersections obtuses des faces m entre elles, donne la variété dont le signe cristallographique est $\frac{1}{2}(p)mg^1h^1\frac{1}{2}(a^{\frac{1}{3}})\frac{1}{2}(e_3)$, *fig.* 9.

Souvent la modification h^1 ou même les faces m n'existent pas sur ces cristaux ; d'autres fois les faces m ont beaucoup d'étendue et les faces $a^{\frac{1}{3}}$ se réduisent à des triangles.

3° Cette variété est la plus commune de toutes; son signe cristallographique est

$\frac{1}{2}(p)mg^1\frac{1}{2}(a^1)\frac{1}{2}(a^{\frac{1}{3}})\frac{1}{2}(e^1)\frac{1}{2}(e^{\frac{1}{3}})\frac{1}{2}(e_3)$. *Voy.* fig. 10.

La pyramide quadrangulaire à base rectangle, formée par les faces $a^{\frac{1}{3}}$ et $e^{\frac{1}{3}}$ est la forme dominante de cette variété; souvent même les cristaux sont engagés de manière à n'offrir que cette pyramide et le plan p qui la tronque au sommet.

On trouve de ces cristaux transparents; mais ordinairement ils sont blancs et opaques ou seulement un peu translucides; ils tapissent les cavités et les fentes du zinc silicaté en masse.

4° Cette variété plus compliquée que la précédente a pour signe cristallographique

$\frac{1}{2}(p)mg^1h^1\frac{1}{2}(a^1)\frac{1}{2}(e^1)\frac{1}{2}(a^{\frac{1}{2}})\frac{1}{2}(e^{\frac{1}{3}})e^3$. *Voy.* fig. 11.

Elle est surtout remarquable parce que les faces de la modification e_3 qui forme, comme dans les autres variétés, le sommet inférieur, se retrouvent parmi les faces du sommet supérieur.

Les cristaux que j'ai observés étaient parfaitement nets, d'un blanc jaunâtre, transparents; quelques-uns étaient recouverts d'une couche très-mince d'oxyde de manganèse.

Outre ces variétés cristallisées on trouve à Moresnet le zinc silicaté à l'état sublamellaire ou granolamellaire formant les masses principales du minerai exploité; cette masse est mélangée d'argile et d'un peu d'oxyde de fer, ce qui lui donne une couleur jaune.

Les masses sont criblées de cavités plus ou moins grandes à l'approche desquelles la matière devient plus pure et plus cristalline; c'est surtout à la surface de ces cavités que se trouvent les variétés cristallisées.

III. *Willémite.*

Ce minéral, très-abondant à Moresnet, avait échappé à l'attention des minéralogistes qui avaient visité cette localité, lorsqu'un élève de l'université de Liége en apporta plusieurs morceaux qui me parurent appartenir à une espèce différente de celles que je connaissais; en conséquence je me rendis sur les lieux, et, après avoir mûrement examiné les nombreux échantillons que j'y rencontrai, je fus convaincu que ma conjecture était fondée.

La willémite se trouve cristallisée, mamelonnée et massive; les cristaux sont, en général, très-petits et très-nets; ils n'ont guère que de 2 à 3 millimètres de long sur 1 millimètre de diamètre. Il y en a de blancs, parfaitement transparents, qui ont un éclat légèrement gras ; il est rare que les faces soient parfaitement planes : ordinairement elles sont un peu ondulées; le plus souvent les cristaux sont jaunâtres, jaune-brunâtre ou même rouge-brunâtre, ce qui tient à des mélanges accidentels.

La forme des cristaux est celle d'un prisme hexaèdre terminé par un rhomboïde obtus, *fig.* 13. Les faces latérales sont en général assez brillantes pour laisser mesurer leur incidence au goniomètre de Wollaston; les faces du rhomboïde, au contraire, sont ternes, et il est assez difficile de mesurer leur inclinaison. Cette forme étant la seule que j'aie observée, le plus simple est de prendre pour forme primitive de la willémite le rhomboïde obtus qui termine les cristaux et dont j'ai trouvé l'incidence égale à 128° 30′.

Les cristaux se clivent facilement dans une direction perpendiculaire à l'axe; il y a aussi des indices de clivage parallèlement aux faces du prisme.

La cassure transversale des cristaux est conchoïdale ou esquilleuse. La dureté est considérable; la willémite raye facilement le verre et la chaux phosphatée; elle est rayée par une pointe d'acier, et la raclure est blanche.

La pesanteur spécifique des cristaux est égale à 4,18, celle de la variété massive n'est que de 4,16.

Au chalumeau, les cristaux perdent en partie leur transparence, la variété massive n'éprouve aucune altération; chauffée dans un matras, la matière ne laisse pas dégager la moindre trace d'eau; avec le borax, elle donne un globule transparent où nage un noyau de sicile. Réduite en poudre et mise en digestion dans l'acide chlorhydrique, elle se prend en gelée.

Les cristaux sont souvent très-serrés les uns contre les autres et forment des mamelons; la variété massive est toute criblée de petites cavités.

Cette nouvelle espèce minérale se trouve en masses ordinairement petites, quelquefois cependant assez considérables, irrégulièrement engagées dans la calamine, principalement dans les parties qui avoisinent le calcaire; les ouvriers de Moresnet la nommaient *craker*, et comme ils avaient remarqué qu'elle n'est pas altérée par le grillage, ils s'imaginaient qu'elle ne contenait pas de zinc. On va voir combien cette opinion était erronée.

Vingt grains (poids anglais) de matière pulvérisée, calcinée au rouge pendant plus d'une heure

dans un creuset de platine, pesaient, après l'opération, $19^{\text{gr.}},94$. En traitant la poudre calcinée par l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu une gelée transparente, qui, évaporée à siccité, a donné une poudre grise; cette poudre, reprise par l'eau distillée et lavée avec soin, pesait 5,41, et était de la silice pure.

Les essais n'ayant indiqué dans la liqueur filtrée que de l'oxyde de fer et de l'oxyde de zinc, j'y ai versé un excès d'ammoniaque qui n'a précipité que l'oxyde de fer; son poids était de $0^{\text{gr.}},15$. J'ai précipité l'oxyde de zinc à l'état de carbonate par le carbonate de soude, et je l'ai décomposé en le chauffant au rouge dans le creuset de platine; le poids de l'oxyde était de 13,68.

J'ai donc obtenu :

Silice.	5,41
Oxyde de zinc	13,68
Oxyde de fer.	0,15
Perte au feu.	0,06
	19,30

La quantité d'oxygène de la silice est, à très-peu près, égale à la somme des quantités correspondantes à l'oxyde de zinc et à l'oxyde de fer; de sorte que si l'on regarde l'oxyde de fer comme remplaçant accidentellement un peu d'oxyde de zinc, la formule de la willémite sera



$$\dot{Zn}^3 \dddot{Si}.$$

C'est donc un silicate anhydre de zinc.

Les nombres correspondants à cette formule sont, pour 20 grains :

Silice.	5,53
Oxyde de zinc. .	14,47
	20,00

ou, pour 100 parties :

Silice.	27,67
Oxyde de zinc. .	72,33
	100,00

Il suit de là que la willémite contient 57,96 p. 0/0 de zinc, et qu'elle est, par conséquent, plus riche en métal que le carbonate et le silicate de zinc; du reste, sa composition explique bien pourquoi le grillage ne lui fait subir aucune altération, ainsi que l'avaient remarqué les ouvriers.

Oxyde de zinc.

Jusqu'ici, on n'a pu obtenir dans les laboratoires l'oxyde de zinc cristallisé; mais il s'en forme journellement par sublimation dans les cornues qui servent au traitement du zinc dans les usines des environs de Liége.

Les morceaux de cet oxyde que j'ai examinés sont d'une couleur blanche ou légèrement verdâtre; ils sont en grande partie composés d'une multitude de petits cristaux étroitement engagés entre eux et très-brillants; quelquefois cependant ils sont granulaires à grains très-fins : l'éclat est un peu gras.

Les cristaux rayent facilement le verre, et leur poussière est rude au toucher.

Au chalumeau, les cristaux n'éprouvent aucun changement; d'ailleurs ils jouissent de toutes les propriétés chimiques de l'oxyde de zinc. Leur pesanteur spécifique est de 5,25.

Lorsque les cristaux sont assez détachés de la masse pour qu'on puisse distinguer leurs formes, ils ressemblent, au premier aspect, à de petits cristaux de quarz prismé.

Leur forme est un prisme hexaèdre régulier terminé par une pyramide à six faces; quelquefois le sommet de la pyramide est tronqué par un plan perpendiculaire à l'axe. (Voy. *fig.* 15.)

Ces cristaux se clivent assez facilement parallèlement à cette modification, et moins facilement dans une direction parallèle aux faces du prisme.

L'incidence des faces de la pyramide sur celles du prisme est de 152°20', et, par conséquent, l'inclinaison de deux faces voisines de la pyramide est égale à 127°26'; d'où il suit que la forme primitive de l'oxyde de zinc est un prime hexaèdre régulier, dans lequel le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est, à très-peu près, celui des nombres 2 : $\sqrt{3}$. Les faces latérales du prisme sont alors les faces de la forme primitive, et les faces de la pyramide ont pour signe $b^{\frac{1}{2}}$.

Outre cette forme simple, on trouve quelquefois des macles composés de 2 cristaux, dont les axes coïncident, mais placés de telle manière que les faces de la pyramide de l'un correspondent aux arêtes de la pyramide de l'autre.

IV. *Hopéite.*

Quoique l'hopéite ait été trouvée parmi les minerais de zinc de Moresnet, dont l'exploitation est en pleine activité, elle est cependant très-rare, et on en connaît à peine une demi-douzaine de morceaux offrant chacun deux ou trois petits cristaux.

Le docteur Brewster, en étudiant un petit cristal de cette substance, reconnut qu'elle appartenait à une nouvelle espèce qu'il désigna par le nom de *hopéite.*

On la trouve en petits cristaux blancs et transparents de la forme représentée par les *fig.* 17 et 18.

La forme primitive est un prisme droit rhomboïdal dans lequel l'incidence des faces latérales est de 120°26'. et le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur celui des nombres 5 : 4.

Cette substance possède un clivage très-facile parallèlement à la modification h^1, ou bien à la grande diagonale des bases; elle en offre aussi quelques indices parallèlement à la petite diagonale. Les faces de clivage ont un éclat nacré analogue à celui de la stilbite. Les faces g^1 sont striées longitudinalement, mais toutes les autres sont brillantes, et leurs incidences peuvent être facilement mesurées au goniomètre de Wollaston.

D'après sa forme, l'hopéite doit posséder deux axes de double réfraction; le docteur Brewster a vérifié cette propriété par l'expérience, et il a trouvé que les axes parallèles à la base de la forme primitive que j'ai adoptée, étaient inclinés entre eux d'environ 48°.

Suivant M. Brewster, la pesanteur spécifique est de 2,76, en opérant sur 3 cristaux pesant 0gr.,154 (grain anglais); je l'ai trouvée de 2,85.

La dureté est un peu moindre que celle de la chaux carbonatée. Au chalumeau, dans le matras, ce minéral donne beaucoup d'eau; sur le charbon, il fond facilement en un globule blanc transparent, et il colore légèrement la flamme en vert; il se dissout en toute proportion dans le sel de phosphore, sans laisser de résidu de silice. Avec la soude, on obtient une scorie jaune à une haute température, et il se dépose autour une grande quantité d'oxyde de zinc et un peu de cadmium;

mêlée avec un sel de cobalt, la matière fondue donne un beau verre bleu.

Ces essais indiquent dans l'hopéite de l'oxyde de zinc, un peu de cadmium, une grande quantité d'eau, et peut-être de l'acide borique ou phosphorique avec une base terreuse.

Un essai par la voie humide sur l'un des 3 petits cristaux que j'avais détachés, n'a pu constater d'une manière certaine que l'oxyde de zinc.

Cette rare espèce minérale se trouve dans les cavités du zinc silicaté.

TABLEAU DES INCIDENCES OBSERVÉES DANS LES 4 ESPÈCES PRÉCÉDEMMENT DÉCRITES.

Zinc carbonaté.

Rhomboïde primitif. . . . . :		p sur p=107° 40′	
Modification	e^1. .	$p - e^1$=130° 16′ 30″	$e^1 - e^1$= 80 33
—	b^1. .	$p - b^1$=143° 50′	$b^1 - b^1$=137° 7′
—	d^1. .	$p - d^1$=126° 10′	$d^1 - d^1$=120°
—	$e^{\frac{4}{3}}$. .	$p - e^{\frac{4}{3}}$=115° 54′	$e^{\frac{4}{3}} - e^{\frac{4}{3}}$= 68° 13′
—	$e^{\frac{3}{2}}$.	$p - e^{\frac{3}{2}}$=120° 51′	$e^{\frac{3}{2}} - e^{\frac{3}{2}}$= 64° 16′

Zinc silicaté.

Prisme rhomboïdal droit primitif :		m sur m=103° 56′	p—m= 90°
Modification	h^1. .	$m - h^1$=141° 58′	$p - h^1$= 90°
—	g^1. .	$m - g^1$=128° 2′	$p - g^1$= 90°
—	a^1.		$p - a^1$=148° 40′
—	e^1.		$p - e^1$=154° 14′
—	$a^{\frac{1}{3}}$.		$p - a^{\frac{1}{3}}$=118° 23′
—	$e^{\frac{1}{3}}$.		$p - e^{\frac{1}{3}}$=124° 37′
—	e_3. .	$m - e_3$=134° 57′ 17″	$p - e_3$=131° 29′ 51″
		$e_3 - e_3$=132° 25′ 12″	

Willémite.

Rhomboïde primitif :	p sur p=128° 30′	
Modification e^2. .	$p - e^2 = 120°\ 7'$	$e^2 - e^2 = 120°$

Oxyde de zinc.

Prisme hexaèdre primitif : . . .	m sur m=120°	p—m= 90°
Modification $b^{\frac{1}{2}}$. .	$m - b^{\frac{1}{2}} = 152°\ 20'$	$p - b^{\frac{1}{2}} = 117°\ 40'$

Hopéite.

Prisme rhomboïdal droit primitif : .	m sur m=120° 26′	p—m= 90°
Modification g^1. . .	$m - g^1 = 119°\ 47'$	$p - g^1 = 90°$
— g^2. . .	$h^1 - g^2 = 120°\ 14'$	$p - g^2 = 90°$
— g^3. . .	$h^1 - g^3 = 131°\ 10'$	$p - g^3 = 90°$
— h^1. . .	$m - h^1 = 150°\ 13'$	$p - h^1 = 90°$
— h^5. . .	$h^1 - h^5 = 159°\ 8'$	$p - h^5 = 90°$
	$m - b^1 = 133°\ 30'$	$p - b^1 = 136°\ 29'$
	$b^1 - b^1 = 140°$	$b^1 - b^1 = 106°\ 22'$
— a^2. . .	$h^1 - a^2 = 129°\ 30'$	$p - a^2 = 140°\ 30'$
— a^6. . .	$h^1 - a^6 = 105°\ 22'$	$p - a^6 = 164°\ 38'$

APERÇU

Sur la constitution géologique de l'Algérie.

Par M. RENOU, Membre de la commission scientifique d'Algérie.

La notice qu'on va lire n'est qu'un extrait du travail géologique dont j'ai été chargé dans la commission scientifique d'Algérie; toutes les observations qui lui ont servi de base ont été faites depuis le 1er janvier 1840 jusqu'au mois de mai 1842, le plus souvent à la suite des expéditions militaires. Presque tous les points occupés par nos troupes ont été aussi pour moi des centres autour desquels j'ai étendu mes observations autant qu'il m'a été possible.

Je présenterai ici le résultat de mes recherches en indiquant les différents terrains dans l'ordre de leur superposition, en commençant par les plus anciens. Je terminerai par quelques mots sur les différents soulèvements qui ont sillonné sa surface.

I. *Roches anciennes.—Gneiss, schiste talqueux, granite*, etc.

§ 1er. Un massif de roches anciennes existe autour d'Alger; il est à peu près circonscrit par le bord de la mer entre Moustafa-Pacha et Sidi-Feroudj, et une ligne droite qui joindrait ces deux points; il est découvert sur une superficie d'environ 6 à 7,000 hectares. Il se compose principalement de schistes talqueux bleus et de calcaires de la même couleur, qu'on exploite activement

aux portes d'Alger. La ville est sur les schistes talqueux.

Ces roches sont traversées par quelques filons. Des minerais de fer se voient en plusieurs points. Depuis plusieurs années on y a signalé des filons de galène argentifère et aurifère. Enfin, j'y ai découvert, en janvier 1840, des filons d'oxyde de manganèse qui paraissent assez riches. Depuis plus d'un an, un industriel qui habite Alger, M. Flechey, dans l'espoir d'en obtenir la concessoin, y a fait faire des fouilles dont le résultat est satisfaisant.

§ 2. Une autre masse de roches anciennes occupant une superficie bien plus importante, environ 25 à 30,000 hectares, se présente entre Bône et Djidjel. Je les ai étudiées dans les environs de Bône et de Philippeville; elles sont plus variées que celles d'Alger, et se composent d'un nombre considérable de couches parmi lesquelles on remarque des schistes talqueux dans lesquels le disthène entre comme élément constituant; des schistes à grenats et à staurotides; des gneiss à tourmalines, des roches de grenats et de pyroxène, et des calcaires saccharoïdes beaucoup plus beaux que ceux qu'on emploie à Alger pour faire de la chaux. Une ancienne carrière romaine fort remarquable existe encore intacte à 6 ou 7 kilomètres au nord de Bône.

Les minéraux qu'on trouve principalement aux environs de cette ville sont: le quarz hyalin, avec modifications nombreuses; la tourmaline, le grenat rouge; la staurotide, le disthène, le pyroxène, l'amphibole, l'épidote, le sphène, etc. Parmi les minéraux métalliques, le plus remarquable est le fer magnétique, qui occupe une couche ou un filon

dirigé N.-N.-E., et qui passe par la ville de Bône. On le trouve le plus développé au Bouhamra, à 3 kilomètres de la ville et près de la Seibouse; il peut donner lieu à des exploitations considérables, comme cela a eu lieu autrefois, ainsi que l'attestent les scories nombreuses dont le pays est couvert. Plusieurs auteurs arabes en font aussi mention.

Partout ailleurs, jusqu'à une distance d'au moins 150 ou 200 kilomètres de la mer, les roches primitives paraissent manquer complétement.

II. *Terrains jurassiques.*

§ 1. Ces terrains ne paraissent pas très-développés en Algérie; ils se composent, comme les terrains crétacés de marnes feuilletées et de calcaires compactes. Je les ai vus le plus développés aux environs de Sáida, à 60 kilomètres au sud de Mascara (1). Ils y sont caractérisés par une quantité d'ammonites qui appartiennent toutes, selon M. Deshayes, aux terrains jurassiques moyen et supérieur.

§ 2. La montagne du Gouraia, près de Bougie, est composée principalement de calcaires compactes contenant des térébratules jurassiques. Ces mêmes roches s'étendent probablement beaucoup dans les hautes montagnes voisines du Djeurdjra et du Babour.

III. *Terrains crétacés.*

Les terrains crétacés sont représentés par plusieurs séries de couches tout à fait discordantes

(1) Toutes les distances sont prises en ligne droite et exprimées en kilomètres.

entre elles; elles se présentent dans l'ordre suivant :

Calcaire à hippurites. — Terrain crétacé inférieur composé principalement de marnes feuilletées et de calcaires compactes. — Calcaire à nummulites et grès sans fossiles.

§ 1. Le calcaire à hippurites qui se présente en Sicile et dans le pays de Tunis, se prolonge dans la province de Constantine, mais ne paraît pas dépasser beaucoup à l'ouest le méridien de cette ville. Il paraît très-développé près de la frontière tunisienne; le Sidi Rgheis (70 kilomètres sud-est de Constantine) en est entièrement formé; il est élevé de 1,628 mètres.

Le djbel Guerioun, de 1,727 mètres (41 kilomètres au sud de cette ville) paraît en être aussi composé, et c'est probablement là le point le plus haut qu'il atteigne en Algérie.

§ 2. Les escarpements célèbres qui supportent la ville de Constantine sont composés de couches de calcaires compactes presque noirs, plongeant un peu vers le sud, et qui appartiennent à cette formation. Ce même terrain se voit aussi tout autour de la ville à 15 ou 20 kilomètres.

§ 3. Le terrain crétacé inférieur proprement dit, composé, comme je l'ai dit, principalement de marnes feuilletées grises ou noires, et de calcaires compactes de la même couleur souvent très riches en fossiles et d'une puissance totale de plusieurs mille mètres, est extrêmement répandu en Algérie, depuis la frontière de Tunis jusqu'à celle de Maroc. On le trouve bien caractérisé dans le centre de la province de Constantine, où il contient de grands catillus d'une parfaite conservation, des ammonites, des ptérocères, etc. Autour

de Sthîf et jusque dans les grandes chaînes de montagnes, à 60 kilomètres au sud-ouest de ce camp, il se présente aussi avec de nombreux fossiles. Ce qu'on appelle ordinairement le petit Atlas, au midi d'Alger, paraît en être tout composé. Enfin, on le trouve, quoique moins caractérisé, dans beaucoup de points de la province d'Oran, ainsi que dans le voisinage de cette ville, où il a été très-violemment bouleversé ou modifié.

§ 4. Le calcaire à nummulites est très-répandu dans toute l'étendue de l'Algérie; il paraît formé exclusivement de calcaire compacte gris. Il doit former en grande partie le massif compliqué de montagnes qui se trouve entre Bône, Constantine et Philippeville; les deux pitons des Toumiet, entre ces deux dernières villes, en sont composés.

A en juger par les fragments descendus des montagnes, la contrée si accidentée comprise entre la route de Constantine à Sthîf et le bord de la mer, doit contenir beaucoup de calcaire à nummulites.

§ 5. M. Boblaye a retrouvé ce même calcaire au Bouzegza, 40 kilomètres sud-est d'Alger.

§ 6. Le calcaire à nummulites se rencontre aussi dans la province d'Oran, par exemple au Tessâla, entre Oran et Tlemcen, et dans les environs de cette dernière ville vers le sud-est.

§ 7. Dans la province de Constantine on trouve des couches de grès qui alternent avec des couches d'argile plastique et qui forment un terrain dont la plus grande puissance est au bord de la mer, et qui se réduit à une couche d'un mètre dans les plaines élevées de l'intérieur. Je ne l'ai jamais vu en discordance bien évidente avec le terrain cré-

tacé qui le supporte, mais en grand cette discordance est très-visible, car dans les environs de Bône et de Philippeville il repose au nord sur les roches primitives, et au sud sur les terrains crétacés.

Ce terrain est supérieur au terrain crétacé ordinaire composé de calcaires compactes et de marnes feuilletées, et il est plus ancien que le terrain tertiaire moyen; il me paraît appartenir au terrain crétacé supérieur.

Je n'ai jamais bien vu sa relation de gisement avec le calcaire à nummulites; cette question aurait été très-facile à résoudre si j'avais pu suivre la route de Bône à Philippeville.

Ces grès composent toutes les montagnes des environs de la Calle et forment une zone qui longe la plaine de Bône, vient passer à un myriamètre de Philippeville, et se prolonge encore vers l'ouest. On les trouve aussi depuis Guelma jusqu'à Sthîf avec quelques interruptions entre Sthîf et Bougie; il constitue la montagne de Magrîz d'environ 1,500 mètres au-dessus de la mer.

Je n'ai pas reconnu ce terrain dans les provinces d'Alger et d'Oran, mais je pense qu'on l'y trouverait au voisinage du calcaire à nummulites.

§ 8. Le terrain crétacé présente plusieurs particularités remarquables; il offre, en un grand nombre de points et sur des surfaces considérables, des dolomies cristallines grisâtres ou jaunâtres qui se reconnaissent de loin à l'aspect particulier des montagnes qui en sont formées; elles existent aussi dans les terrains jurassiques, et la transformation des calcaires en dolomies paraît s'être étendue sur les différentes couches indifféremment.

Il existe une contrée dolomitique fort pittoresque dans l'intérieur de la province de Constantine, vers la frontière de Tunis. Les montagnes y présentent des pyramides de différentes formes, et comme un certain nombre de ces montagnes sont tout à fait isolées, l'aspect de cette contrée est très-singulier. Une de ces montagnes, appelée par les Arabes Serdj-el-Ghaûl (la Selle-des-Génies), a une forme tout à fait symétrique comparable à la face d'une cathédrale qui offrirait deux clochers égaux avec un plus petit au milieu.

Dans le Sidi Rgheis que j'ai déjà cité comme formé de calcaire à hippurites, une partie de la montagne est dolomitique, sans qu'on distingue la séparation des deux roches.

Un massif dolomitique considérable existe au midi de Mascara et de Tlemcen; il paraît former une zone continue dirigée, comme les chaînes dominantes, E. 18° N., environ. Les couches horizontales et fendillées de la dolomie ressemblent absolument à de vieilles forteresses. De là un certain nombre de noms arabes qui font allusion à cette ressemblance, comme *el Brêdj*, les Forteresses; *Oued el Beniân*, la rivière des Bâtisses.

Ce système de dolomies se continue peut-être à l'est, du côté de Tagdemt, et vers l'ouest; il m'a semblé se prolonger dans le pays de Maroc.

§ 9. Ce qui distingue encore les terrains crétacés, ce sont les différents filons qu'ils renferment: c'est dans ce terrain que se trouvent le gypse, l'anhydrite et le sel gemme; les filons de fer carbonaté, de fer oxydé hydraté, de fer oligiste micacé, de cuivre gris et très-probablement de galène; la baryte sulfatée et l'asphalte appartiennent aussi aux mêmes filons.

Toutes ces masses et tous ces filons sont, du reste, tantôt dans une couche et tantôt dans une autre; le sel gemme et le gypse, près de Constantine, sont dans le calcaire à hippurites; dans d'autres endroits ils se trouvent dans des couches plus élevées et on en trouverait sans doute de même dans les couches jurassiques où j'ai vu des filons de fer oligiste compacte et de baryte sulfatée entre Saïda et Tagdemt.

Les filons métalliques les plus importants que renferme l'Algérie paraissent être les suivants :

A 40 kilomètres au S.-E. de Constantine, les anciennes mines de cuivre qu'y exploitaient les Romains.

Au S. de Sthîf, à 50 kilomètres, les mines de plomb exploitées actuellement par les Kabyles du Bouthaleb.

Plusieurs mines de cuivre et de fer au S.-E. de Bougie, à 20 kilomètres.

Les mines de cuivre du bois des Oliviers, signalées dès 1830 par M. Rozet.

Les mines de galène des Ouanseris, sur la gauche de la vallée du Chélif; il paraît qu'elles sont exploitées par les Kabyles de ces montagnes.

IV. *Terrain tertiaire moyen.*

§ 1. Le terrain tertiaire moyen est assez répandu en Algérie; il se compose de deux grandes couches bien différentes; mais il se présente toujours de même dans les différentes contrées où je l'ai vu. La partie inférieure est composée d'argiles grises, et la partie supérieure de grès jaunâtre à grain assez fin et d'une dureté médiocre. Vers le contact de ces deux couches, il se trouve ordinairement de grandes huîtres (l'*ostrea élon-*

gata) avec quelques autres espèces d'huîtres, des peignes, des bucardes, des anomies, etc. A Mdîa on trouve des moules intérieurs de grandes coquilles univalves.

§ 2. Vers l'est ce dépôt ne m'a paru commencer que près de Constantine : M. Boblaye l'a trouvé à Mîla, Djmîla et différents autres points; néanmoins je le crois peu répandu dans cette province.

§ 3. Mdîa repose sur les grès de ce terrain; le Djbel-Nadhour, qu'on laisse à gauche quand on se rend du col de Mouzaïa à cette ville, en montre une coupe complète; il s'étend très-loin en descendant la vallée du Chélif et ses points culminants dépassent 1,200 mètres (le pic de Mouzaïa a tout près de 1600 mètres).

§ 4. On le retrouve très-développé dans les montagnes qui séparent Mascara de Mostaganem, d'où il se poursuit d'une façon presque continue dans la même chaîne jusqu'à la Tafna.

Il couvre également les plaines qui s'étendent de Mascara à la frontière de Maroc et au delà sans doute.

V. *Terrain tertiaire moyen d'eau douce*

Il existe au camp de Smendou, entre Philippeville et Constantine, un terrain tertiaire moyen d'eau douce qui contient une petite couche de lignite; il a beaucoup de ressemblance avec le terrain à lignite de la Provence; mais il paraît plus exclusivement de formation d'eau douce; il est très-riche en fossiles; mais la plupart des travaux qui l'ont entamé n'ont été exécutés que depuis que j'ai visité cette localité : on dit qu'on y a trouvé des débris de grands mammifères.

Nulle part ailleurs je n'ai aperçu d'autres vestiges de ce terrain.

VI. *Terrain subapennin.*

Le terrain subapennin caractérisé par une grande quantité de débris organiques fossiles occupe des étendues importantes en Algérie.

§ 1. Vers l'est il me paraît commencer à Alger, près duquel il occupe un bande parallèle à la direction générale du bord de la mer, depuis cette ville jusqu'à Chenoua, près de Cherchell; il existe aussi, d'après M. Boblaye et M. Rozet, au pied des montagnes qui bordent la Mtidja au sud.

§ 2. En suivant la côte vers l'ouest, on le retrouve à 55 kilomètres environ après Ténès, et il m'a paru très-répandu dans la vallée inférieure du Chélif; il occupe le massif de Mostaghanem et les collines qui le rattachent aux chaînes de l'intérieur. Le haut des montagnes de d'Ain-Kbîra et de Qla'a (à l'est de Mascara) et les environs d'Oran jusque près de la Tafna. Il repose à Alger sur les tranches des gneiss et autres roches anciennes; à Oran sur le terrain crétacé, et dans l'intérieur, sur le terrain tertiaire moyen; ils s'y élèvent l'un et l'autre jusqu'à environ 600 mètres de hauteur au-dessus de la mer.

§ 3. Ce terrain est partout assez uniforme, si on le considère dans ses divisions principales. Autour d'Alger il se compose d'une couche assez puissante d'argile grise pleine de grains verts, très-riche en fossiles, surmontée de calcaires blancs, presque tous un peu sableux et fort semblables, minéralogiquement, à la craie tufeau du centre de la France. La partie supérieure offre des calcaires un peu ferrugineux, mais plus

purs et plus compactes qui abondent en fossiles dont une partie diffère de ceux des autres couches.

§ 4. A Oran le terrain commence aussi par des marnes grises très-riches en fossiles ; viennent ensuite des calcaires crétacés ou sableux, assez semblables à ceux d'Alger, mais qui s'en distinguent en ce qu'ils offrent une grande quantité de silex de l'âge du terrain et qui contiennent des fossiles. Au-dessus on trouve un autre calcaire rose plus pur et plus compacte, qu'on trouve déjà au haut du plateau des environs d'Oran, mais qui se développe surtout dans les pentes sud. Je l'ai étudié le mieux au confluent de l'Oued-Mzemzma et de l'Oued-el-Melh dans le sud-ouest d'Oran ; il y est extrêmement riche en fossiles. Quelques couches donnent des calcaires compactes jaunes ou roses qui pourraient être employés comme marbres.

Le nombre d'espèces fossiles que j'ai recueillies aux environs d'Alger s'élève à une centaine ; ce nombre est moins considérable pour les environs d'Oran. Parmi ceux-ci il convient surtout de citer les poissons fossiles qui ont déjà acquis quelque célébrité : ces poissons et les silex dont j'ai déjà parlé sont la principale différence à citer entre les deux bassins d'Oran et d'Alger.

VII. *Terrain subapennin d'eau douce.*

La province de Constantine offre un terrain tertiaire d'eau douce qui contient des hélices et des bulimes (seulement les moules intérieurs) et qui m'a semblé devoir être rapporté au terrain subapennin ; il diffère beaucoup, sous tous les rapports, du lambeau de terrain d'eau douce du Smendou, et il semble s'être déposé dans les environs de Constantine, au pied des escarpements N.-N.-E.

du calcaire à hippurites. — Tels sont les dépôts qu'on trouve dans les plaines de Harakta, près de Constantine, au S.-O. au camp d'Ain-Khachba (entre Constantine et Sthlf) et ceux compris entre Ain-Teurk et Sthîf.

VIII. *Terrain tertiaire supérieur.*

Il existe un autre terrain tertiaire supérieur à tous les terrains subapennins de l'Algérie et complétement discordant avec eux.

§ 1. J'ai étudié ce terrain avec soin depuis la Calle jusqu'à Oran; dans les différentes localités, ses caractères minéralogiques varient un peu : il se compose d'une couche d'argile plastique recouverte d'un grès calcaire, dans lequel le calcaire ou le sable dominent selon les différents endroits où on l'observe. Cette roche ordinairement poreuse est remarquable en quelques points, mais surtout à la Calle, par les trous cylindriques ou verticaux dont elle est toute remplie. C'est cette roche que l'abbé Poiret a nommée grès à filtrer.

Ce terrain ne contient que des coquilles marines ou terrestres vivant encore dans les environs.

§ 2. A la Calle ces grès poreux, formés d'une agglomération de sable et de fragments de coquilles réunies par un peu de ciment calcaire, reposent sur le grès que j'ai rapporté à la craie supérieure; il s'élève à environ 100 mètres au-dessus de la mer et s'éloigne jusqu'à trois kilomètres environ du rivage, du côté du lac oriental appelé par les Arabes Guerba-mta'-oued-el-Hout (le lac de la rivière aux poissons.)

§ 3. A Bône cette formation s'élève jusqu'à 110 ou 120 mètres au-dessus de la mer; elle contient beaucoup de coquilles terrestres et repose

sur le calcaire saccharoïde et le schiste talqueux.

§ 4. A Djidjel elle repose sur le même grès qu'à la Calle.

§ 5. Elle se retrouve au cap Matifou.

§ 6. A Alger on voit les deux étages qui ne se retrouvent pas partout; la couche inférieure, composée d'argile plastique, est exploitée, autour d'Alger, pour la fabrication de la poterie et des briques. La couche supérieure, plus calcaire que dans les autres localités, prend l'aspect d'une roche plus ancienne; elle contient beaucoup de fossiles.

§ 7. Cherchel est sur une couche horizontale de ce terrain qu'on trouve dérangé et bouleversé sur les hauteurs voisines. Il repose sur le terrain crétacé.

§ 8. A Oran, à Arziou et Mostaghanem, il repose aussi sur le terrain crétacé; il est très-riche en fossiles; tantôt conservant leur têt entier, tantôt ne présentant que les moules intérieurs. La grotte à coquille d'Oran appartient à ce terrain.

Ces mêmes dépôts semblent se continuer après Oran vers l'ouest : je ne connais pas leur limite dans cette direction.

§ 9. L'âge de ce terrain tertiaire supérieur paraît parfaitement déterminé; il repose sur le terrain crétacé inférieur et au pied des escarpements du terrain subapennin; il est recouvert par la brèche osseuse signalée depuis plusieurs années; et il est bouleversé par une roche analogue aux ophites des Pyrénées et qui est de l'âge de la révolution des grandes Alpes. La brèche osseuse est aussi de la même époque; elle renferme des fragments un peu décomposés de ce porphyre,

avec des fragments de calcaire subapennin, et elle est elle-même bouleversée. Tous ces phénomènes ne peuvent être bien démontrés que dans une description complète des environs d'Oran, accompagnée de coupes nombreuses. Cette localité est très-intéressante : toutes les roches disloquées et traversées de failles nombreuses y forment comme une brèche dans laquelle des masses considérables de calcaire compacte du terrain crétacé on des grès lustrés, ou des schistes argileux de ce même terrain sont rejetés sur le terrain tertiaire supérieur.

IX. *Dépôts modernes.*

Des travertins déposés par des sources thermales anciennes couronnent fréquemment tous les terrains de l'Algérie, tant de l'intérieur que du bord de la mer; ces dépôts continuent encore aujourd'hui sur un certain nombre de points.

Les dépôts marins se continuent aussi sur les côtes et nous donnent en quelques points des signes certains des mouvements du sol à des époques géologiques récentes et même depuis l'époque des Romains; il est d'ailleurs fort probable que ces mouvements se continuent actuellement comme par le passé.

Les plus anciens de ces dépôts sont ceux des environs de la Calle, de la plaine de Bône, de la plaine de la Mtidja, des plaines qui environnent Mostaghanem et Oran, etc.

§ 1. Aux portes de Bône et jusqu'au pied des montagnes vers l'ouest, la plaine est recouverte d'une couche de terre végétale et d'une agglomération de matériaux de l'époque romaine; mais au-dessous de ces débris et à un niveau peu diffé-

rent de celui de la mer actuelle, on trouve une couche parfaitement intacte d'argile grise et de sable remplis des mêmes coquilles qu'on recueille sur la plage, souvent dans le même état de conservation. En quelques points le sable a été agglutiné par un peu de ciment calcaire, et forme un grès marin dans lequel j'ai trouvé plusieurs petits fragments de poterie roulés par les eaux. Le changement de niveau du sol depuis cette époque est très-peu considérable; le relèvement ne peut pas dépasser quelques mètres.

Ce dépôt formé dans la mer est antérieur à l'époque des Romains qui habitaient ou parcouraient déjà cette plaine; on y trouve des débris de constructions en place; un ponceau entre autres, qui devait traverser un canal de desséchement, montre bien que le sol, depuis ce temps, n'a varié de hauteur que d'une trentaine de centimètres par l'effet de l'accumulation de débris de l'industrie humaine et de terre végétale descendue des montagnes.

§ 2. A l'est de la Calle, au bord du ruisseau de décharge du lac Oriental et au pied du Hef-Msîda on trouve ce même dépôt argileux jusqu'à 7 ou 8 mètres au-dessus de la mer et à 4 kilom. environ de la plage actuelle.

§ 3. Ces observations m'ont permis de tracer le bord de la mer à l'époque de ces dépôts. Dans le fond S.-E. de la baie que formait alors la plaine de Bône, les vents du N.-O. ont accumulé des dunes de sable qui y sont encore aussi distinctes que celles du bord de la mer actuelle.

§ 4. Au bord des salines d'Arziou on voit un sable fin qui contient un grand nombre de *cardium edule* dans le même état de conservation

que ceux de la plage. Pour la province d'Oran le même phénomène s'est donc reproduit : le relèvement y est d'environ 75 à 80 mètres.

§ 5. La Mtidja me paraît formée à la même époque ; mais dans les excursions peu nombreuses que j'ai pu y faire, je n'ai pas trouvé de coquilles marines : d'autres observations sont venues me démontrer le même fait par une autre voie.

§ 6. Je veux parler des cavernes à ossements des environs de Bir-Khâdem et Bir-Madreis ; j'ai visité dans ces deux endroits quatre cavernes, et je crois qu'il en existe un plus grand nombre. L'une d'elles, très-riche en débris de mammifères, contient à la fois des vertèbres de squales et des débris de l'industrie humaine empâtés avec les ossements par un même ciment, d'où j'ai conclu que cette caverne a été au bord de la mer depuis l'époque des hommes. Le relèvement qu'a subi le sol est d'environ 132 mètres.

En supposant le relèvement à peu près horizontal pour le massif d'Alger, j'ai pu tracer les contours de l'île que présentait ce massif à l'époque des cavernes à ossements.

§ 7. Presque toute la Mtidja est inférieure au niveau de 133 mètres ; mais, vers Blida, elle s'élève bien plus haut, quoiqu'on marche sur les mêmes couches d'alluvion ; le relèvement paraît donc avoir été plus fort au pied des montagnes qui dominent cette ville, il y atteint peut-être 300 mètres.

§ 8. Parmi les dépôts qui continuent encore à se former le long de la côte, je citerai seulement ceux de Philippeville. Ces dépôts consistent en grès qui ont empâté des briques et même de grosses pierres de taille romaines, et qui mainte-

nant sont au-dessus du niveau de la mer, de sorte qu'on reconnaît sans peine que le mur de quai qui subsiste encore était baigné par la mer et permettait aux embarcations de venir s'y amarrer et s'y décharger. Le relèvement, depuis cette époque, a été d'environ 2 mètres, tandis qu'à Bône le sol, comme je l'ai dit, n'a pas changé sensiblement de niveau.

§ 9. Les sources thermales déposent des travertins qui empâtent une grande quantité de végétaux et de mollusques terrestres; ces dépôts ne diffèrent souvent pas beaucoup des travertins anciens si répandus sur toute la surface de l'Algérie.

§ 10. Les eaux bouillantes d'Hammam-Meskhautin déposent abondamment de l'arragonite sayeuse; il s'y dépose aussi, mais secondairement, du gypse, du soufre, des pyrites de fer, etc.

§ 11. Les sources de Hammam-Bou-Hadjar, dans la plaine d'Oran, vers Tlemcen, sont très-remarquables par les dépôts considérables qu'elles ont formés; ce sont des espèces de chaussées élevées de 15 ou 20 mètres moyennement, et qui servent d'aqueduc aux sources qui les prolongent sans cesse à leur extrémité; il y a trois chaussées de cette nature, dont deux ont au moins 1000 mètres de longueur. Ces sources sont salées et calcaires, et possèdent une température de près de 50°.

§ 12. Le nombre des sources thermales de l'Algérie est très-considérable, beaucoup ne nous sont connues que par renseignements; les principales qu'il me reste à citer sont les suivantes :

Celles de l'Adisa, à 40 kilomètres au S.-E. de la Calle; on les dit bouillantes et très-considérables.

A l'est de la Calle, presque à la frontière de Tunis, on voit des eaux vitrioliques à 36 ou 38° de chaleur environ.

lèvement; il s'est exercé sur des roches anciennes et sur les grès que j'ai rapportés à la craie.

§ 2. *Système des Alpes occidentales.*

Un autre système assez exactement perpendiculaire au premier, se montre en un grand nombre de points.

On le voit le mieux à la frontière de Tunis, près de la Calle; là, il redresse verticalement le grès du terrain crétacé, suivant une direction à peu près N.-N.-E., il affecte aussi le calcaire à hippurites, près de Constantine, mais, en ce point comme en beaucoup d'autres, il est compliqué d'autres directions.

L'Aurès paraît provenir du croisement des deux soulèvements dont je viens de parler. La route de Constantine à Philippeville suit une série d'enfoncements qui sont compris entre deux chaînes N.-N.-E.

Dans le S.-E. d'Alger, les montagnes offrent très-nettement la même direction pour s'enfoncer vers le sud.

§ 3. *Système des grandes Alpes.*

Le troisième système, qui a déterminé la direction générale du bord de la mer, depuis le cap Cantin, dans le pays de Maroc, jusqu'à Tunis, fait, avec le méridien de Paris, un angle de 15 ou 16 degrés environ; il a soulevé tous les terrains tertiaires, et l'on voit, au N.-O. de Mascara, le terrain subapennin couvrir la cime des montagnes; il affecte jusqu'au terrain tertiaire supérieur que j'ai signalé le long de la côte.

C'est à ce système qu'appartient le Miltsin, de 3,475 mètres, situé à 50 kilomètres au S.-S.-E. de Maroc.

NOTE

Sur l'emploi des gaz d'un fourneau à cuivre de Riechelsdorf (Hesse-Électorale) (1).

Par M. A. DELESSE, aspirant-ingénieur des mines.

Quoique Riechelsdorf soit une localité bien connue par les minéralogistes et par les géologues, elle a cependant été rarement visitée par les voyageurs : l'accueil bienveillant que j'ai reçu de MM. Schwartzenberg et Fulda m'ayant permis d'étudier d'une manière assez complète le traitement du cuivre à Riechelsdorf, je vais le résumer en très-peu de mots, et je décrirai seulement avec détail un fourneau qui présente un exemple assez remarquable de l'emploi des gaz.

Le minerai de cuivre exploité appartient à la formation du *kupferschiefer*, de même que dans le pays de Mansfeld; il forme une couche unique et parfaitement régulière de schiste cuivreux dont la profondeur au-dessous du sol varie généralement de 65 mètres à 130 mètres. Minerai.

L'observation géologique des environs de Riechelsdorf fait voir que les terrains stratifiés se présentent dans l'ordre qui suit : Gisement.

On a d'abord, en commençant par en bas, le *rothliegende* formant une couche d'une épaisseur énorme et qui n'est pas connue ; c'est un grès micacé dont la couleur est ordinairement le rouge foncé; tantôt son grain devient très-fin et même il passe à l'argile; tantôt, au contraire, il se transforme en un poudingue empâtant des noyaux de schiste micacé argileux et de quartz blanc.

(1) Pour la conversion des mesures de Hesse en mesures françaises, on a admis que $1^{\text{pi.}}=0^{\text{m}},287$; $1^{\text{p.c.}}=0^{\text{m.c.}},0237$; $1^{\text{liv.}}=0^{\text{k.}},467$; $1^{\text{quint.}}=110^{\text{l.}}=51^{\text{k.}},40$; etc., etc.

Au-dessus du Rothliegende vient le *grauliegende* dont l'épaisseur varie de 6 mètres à 38 mètres et qui doit être considéré comme une modification de la première couche : c'est un grès grisâtre présentant toutes sortes de variétés et qui contient un grand nombre de substances, mais surtout du quartz blanc. A sa partie supérieure qui est en contact avec le kupferschiefer, il devient métallifère sur une épaisseur de 2 à 4 centimètres; généralement il est même plus riche que ce dernier, et il contient de 2 à 6 p. o/o de cuivre : on l'exploite en creusant des trous très-obliques qu'on charge ensuite de poudre de manière à ne faire sauter que la couche supérieure : il arrive cependant quelquefois que le grauliegende n'est pas assez riche pour être exploité.

Au-dessus de lui se trouve le *kupferschiefer* qui est un schiste bitumineux noir d'une épaisseur de 50 à 65 centimètres; les mineurs y distinguent cinq petites couches différentes :

La *première, unterschiefer*, repose immédiatement sur le grauliegende et a une épaisseur de 4,8 à 9,6 centimètres.

L'épaisseur de la *deuxième*, dite *oberschiefer*, varie de 4,8 à 6 cent. Ces deux couches, qui ont de 9 à 16 cent., forment la portion du schiste cuivreux qui est la plus riche en métal : leur richesse moyenne est de 1 1/2 à 2 p. o/o.

Au-dessus se trouve un filet très-mince de blende, puis vient la *troisième* couche du schiste cuivreux, ou *nohberge*, dont la puissance est de 1,5 à 6 cent. Sa richesse n'est guère que la moitié de celle de l'unterschiefer et de l'oberschiefer, aussi on ne la transporte à l'usine, que quand on ne peut l'employer pour remblais et qu'on est obligé de la sortir de la mine.

Enfin la *quatrième* et la *cinquième* couche appelées *unterberge* et *oberberge* forment la partie supérieure du kupferschiefer; elles sont encore métallifères, mais les schistes qu'on en retire sont pauvres et on ne les envoie à l'usine que quand ils n'ont pu servir à exécuter les remblais dans la mine: la puissance de ces deux couches varie de 14 à 19 pour la première et de 17 à 29 centim. pour la deuxième.

Le minerai qui se trouve dans le schiste cuivreux est en petits grains qui souvent sont visibles à l'œil nu; il consiste en cuivre pyriteux et en fahlerz; rarement on y rencontre du carbonate de cuivre vert ou bleu, et plus rarement encore de cuivre natif; du reste, la teneur en argent est très-faible et le cuivre noir en renferme au plus 0,0011.

On observe dans le kupferschiefer des empreintes de poissons dans lesquels la substance de l'animal est le plus souvent remplacée par de la pyrite de cuivre; il y a des squelettes de sauriens, des coprolites et de nombreuses empreintes de plantes.

Au-dessus du *kupferschiefer* vient le *zechstein* qui a une puissance de 6 à 8 mètres, et qui est recouvert par 6 mètres de *stinckkalk* ou calcaire fétide; ce dernier est désagrégé à sa partie supérieure sur une épaisseur de 2 mètres, et il est appelé *sand* par les mineurs.

Ensuite on trouve 20 mètres de *gypse* qui devient de plus en plus argileux à mesure qu'on s'élève; il est recouvert par 6 mètres de *rauhkalk* qui se présente avec les caractères qu'on lui connaît.

En s'approchant encore de la surface, on a 3 mètres d'*argile bleue*, 5 mètres d'*argile rouge*, 20 mètres d'un *calcaire compacte* qui devient caverneux à sa partie supérieure et passe de nouveau à la *rauhkalk*; puis vient la terre végétale qui a une épaisseur de 2 mètres.

Telle est la succession de couches que présente la formation du kupferschiefer aux environs de Riechelsdorf; cette formation est de plus coupée par de nombreux filons qui courent entre les heures VI et XII de la boussole allemande.

Ils pendent tantôt au nord, tantôt au sud, sous des angles de 45° à 90°; et ils sont très-irréguliers, car leur puissance, qui est ordinairement de $0^m,3$ à $0^m,6$, peut atteindre 6 mètres : c'est dans ces filons qu'on trouve le minerai de cobalt.

Nous ne nous arrêterons pas à la description du travail d'exploitation, qui est le même qu'au Mansfeld, et nous allons passer de suite à la description du matériel employé dans les usines dans lesquelles on traite le minerai de cuivre.

Combustible. Le combustible est le charbon de hêtre; son prix est assez variable et tend chaque jour à augmenter, aussi on le remplace autant que possible par le coke; il pèse 174 kil. le mètre cube et coûte $8^f,91$.

On se sert aussi de coke qui se fait avec de la houille venant du comté de Schaumbourg, dont le stère pèse 556 kil. et coûte à l'usine $25^f,83$; 1 volume de cette houille donne 2,12 v. d'un coke qui est brillant et très-léger, car il pèse seulement 265 k.: son prix de revient est de $20^f,32$ le mètre cube.

Consistance de l'usine. Les usines dans lesquelles on traite le kupferschiefer sont celles de Riechelsdorf et de Frederichshütte; leur matériel est à peu près le même, seulement la première produit un peu moins de cuivre que la seconde; elles se composent de cases pour le grillage, de deux fourneaux à manche, l'un à l'air chaud, l'autre à l'air froid, d'un foyer d'affinage pour le cuivre noir, plus de halles à charbon, de magasins et de fours à coke, etc.

Grillage préliminaire. La première opération qu'on fait subir à l'une et l'autre espèce de minerai de cuivre est le gril-

lage; ce grillage préliminaire se fait en tas et à l'air libre; un lit de fagots est étendu sur une aire rectangulaire, on place par-dessus des schistes cuivreux, puis une couche de l'autre espèce de minerai de cuivre, ayant une épaisseur de 3 à 4 cent.; on fait alterner ainsi les couches de schiste cuivreux et de minerai du grauliegende et on donne au tas la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire ayant ordinairement 10 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur.

Quand la masse a été échauffée par la chaleur des fagots, la combustion se propage dans son intérieur et le bitume du schiste cuivreux suffit pour l'alimenter; la chaleur dégagée est même assez grande pour produire une agglutination dans certaines parties, et cela a surtout lieu pour le minerai du grauliegende.

La partie intérieure du tas qui n'est pas toujours bien grillée dans une première opération est retraitée dans une seconde; mais quand cela est nécessaire, ce qui arrive rarement, c'est seulement pour une petite quantité.

Dans ce grillage le poids du mètre cube de minerai, qui était à peu près de 1000 kil., diminue environ d'un dixième, et les quantités de bois ou de charbon consommées dans l'opération sont données par le tableau de la page 547.

Fonte pour matte.

Fourneau à manche à l'air chaud.

Pl. XV, fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

Le minerai grillé est ensuite fondu dans un fourneau à manche à l'air chaud qui présente une disposition assez bizarre; l'appareil employé pour chauffer l'air consiste en une lentille placée devant la poitrine du fourneau et au-dessous de laquelle on fait brûler les gaz pris à sa partie supérieure; pour empêcher la perte de chaleur par le rayonnement, la lentille est revêtue d'une garniture de tôle.

Le gueulard du fourneau est fermé par un cou-

vercle en fer *cc*; les gaz qui se dégagent de son intérieur se rendent alors dans le conduit *d*, puis dans le tuyau de tôle *e*, et enfin ils s'échappent sous la lentille *ab*; ces gaz contiennent encore des matières combustibles, quoiqu'en assez petite quantité, mais comme ils sont chauds et que leur température varie de 200° à 300°, on peut les brûler en les mêlant avec de l'air; l'arrivée de l'air nécessaire à la combustion est déterminée par le tirage qui s'établit dans le tuyau de tôle *ff*, qui est muni d'un registre.

La garniture *ghg'h'* a la forme qui est représentée *fig.* 3, *Pl. XV*, et elle peut s'adapter parfaitement à la poitrine du fourneau au moyen de six agrafes *ii* : elle est en tôle, mais son intérieur est tapissé d'un mélange d'argile et de paille hachée, qui est maintenu par de petits crochets de fer : cette argile, étant peu conductrice de la chaleur, empêche que la tôle s'oxyde trop facilement par suite de l'élévation de température.

Quant à la lentille *ab*, elle est en fonte, et elle est supportée par des tringles en fer *kk*, au moyen de clavettes passées dans les oreilles *ll* : l'air y est échauffé par la combustion du gaz qui se fait au-dessous d'elle, et aussi par la chaleur que lui communique la poitrine du fourneau; il arrive froid par le tuyau *a*, et il sort par *b* avec une température qui peut varier de 100° à 155° centigr. : cela dépend de la nature du gaz et par suite du combustible employé, qui peut être du coke ou du charbon de bois, et aussi de la manière dont le tirage est réglé dans la cheminée *ff*.

Les portes *mm* permettent d'enlever les poussières qui se déposent sur la lentille *ab*, et en ouvrant *nn*, on pourra faire la coulée des mattes et des scories comme à l'ordinaire.

Quant au fourneau en lui-même, ses dimensions sont données d'une manière complète par le dessin : il tient en quelque sorte le milieu entre les demi-hauts-fourneaux du Mansfeld et les fourneaux ordinaires à manche : sa partie supérieure est légèrement conique, elle se raccorde avec la partie inférieure dont la section, par un plan horizontal, donne un trapèze se rapprochant beaucoup de la forme rectangulaire; cette forme, qu'on donne au fourneau avant sa mise à feu, ne reste pas constante, et quand il a marché pendant quelque temps, elle devient une ellipse dont le petit axe peut avoir jusqu'à 64 cent. à hauteur de la tuyère (*fig.* 4, *Pl. XV*).

Comme il importe, pour la bonne allure du fourneau, que la température dans son intérieur soit assez basse, on fond toujours avec un nez; sitôt que l'ouvrier s'aperçoit qu'il disparaît il rend le vent froid; pour qu'on puisse ainsi, à volonté, donner du vent chaud ou du vent froid, le conduit de la tuyère porte un clapet qui permet de réaliser cette condition, suivant qu'on le tourne 90° dans un sens ou dans l'autre.

La pression du vent est de $0^m,044$ de mercure.

La tuyère est à très-peu près horizontale; elle est en fonte, rafraîchie par un courant d'eau froide (*fig.* 6); son ouverture est rectangulaire, elle présente 5 de base sur 4 de hauteur, et sa lèvre inférieure est à 72 au-dessus de l'orifice de coulée.

La partie supérieure du fourneau et sa chemise sont en briques réfractaires, quant à la partie inférieure elle est en roth liegende.

Voyons maintenant comment s'exécute le travail dans ce fourneau : le minerai grillé est fondu avec un mélange de coke et de charbon; de cette fonte il résulte des *scories*, de la *matte* et du *speis*. Travail.

Les *scories* se rendent, comme à l'ordinaire, dans l'un des bassins, tandis que la coulée pour matte se fait dans l'autre bassin; elle a lieu deux fois par 24 heures au commencement de la mise à feu du fourneau, mais plus tard on peut la répéter plus souvent pendant le même temps.

Le *speis* sort avec la matte, mais comme il est plus pesant il gagne le fond du bassin; la quantité de speis qu'on obtient est assez variable et dépend de la teneur en fer du minerai; cependant elle est en général le quart ou le cinquième de la quantité de matte, qui peut être de 8 ou même de 10 q. m. pour une coulée de 12 heures.

Le *speis* de Riechelsdorf et de Frederichshütte présente à peu près cinq variétés qui se distinguent par la couleur dans la cassure fraîche, par le grain et par la fusibilité. Ces cinq variétés ont été analysées par M. Bunsen, et voici quels sont les résultats qu'il a obtenus pour leur composition chimique (Göttingischen-Vereins, 1841):

Fusibilité. / *Grain..* / *Couleur..*	Gris d'acier sombre. Fin. Facilement fusible.	Gris d'acier clair. Fin. Assez facil. fusible.	Blanc d'étain sombre. Moyen. Peu fusible.	Blanc d'étain. Gros. Difficilement fusible.	Blanc d'étain moyen. Difficilement fusible.
	I.	II.	III.	IV.	V.
Fer	68,03				
Manganèse }	}	78,36	87,39	89,86	90,41
Nickel }	2,50				
Cobalt }	}				
Soufre	2,20				
Molybdène	22,38	14,13	6,61	4,71	3,11
Cuivre	4,34	7,51	6,00	5,43	6,48
Charbon, Aluminium, calcium, magnésium et silicium (traces).					

Note: in columns II–V a single brace groups Fer, Manganèse, Nickel and Cobalt.

M. Bunsen fait observer qu'il résulte de ses analyses que ces *speis* contiennent souvent une grande proportion de molybdène, et qu'il est facile de le reconnaître tout d'abord d'après leurs propriétés physiques : ainsi un *speis* est d'autant plus riche en molybdène que sa couleur est d'un gris plus sombre, son grain plus fin, et qu'il est plus facilement fusible ; une couleur blanc d'étain, un grain grossier et peu de fusibilité, indiquent au contraire un *speis* pauvre en molybdène.

La même relation entre les propriétés physiques et chimiques peut, du reste, s'observer pour les diverses couches d'un même *speis*, dont la composition n'est jamais identique parce que les matières qui occupaient le fond du bassin étaient nécessairement les plus denses.

Les consommations pour les deux opérations qui précèdent, le *grillage préliminaire* et la *fonte crue*, sont données par le tableau ci-dessous, dans lequel les nombres sont rapportés à 1 q. m. de *matte crue*. Consommations

Minerai cru. . 1m.c.,767, pesant. . 1767k

Combustible pour le grillage du minerai.

2,46	fagots, pesant.	34k,5	37k,6
0m.c.,018	charbon de hêtre.	3 ,1	

Combustible pour la fonte du minerai grillé.

0m.c.,459	charbon de hêtre, pesant. .	79k,9	362k,6
1m,063	coke, pesant.	282 ,7	

Le travail du fourneau dont nous venons de donner la description et qui est en pleine activité à Riechelsdorf et à Frederichshütte, démontre qu'on peut très-bien utiliser les gaz qui se dégagent du fourneau dans lequel on fond le schiste cuivreux : on sait, du reste, d'après des analyses précises de M. Bunsen (*Ann. des mines*, 1839, t. 16), qu'il y a seulement 50 à 61 p. o/o du combustible Emploi des gaz des fourneaux à cuivre.

quées, un volume de coke de Schaumburg, qui est très-léger, peut remplacer un *volume plus que double* de charbon de hêtre.

Au Mansfeld, dans un traitement analogue, on a reconnu que 1 v. de coke peut remplacer 2,43 de charbon dur, et 2,77 de charbon tendre, le fourneau allant à l'air froid. (Voir Mémoire de M. Lechatelier, *Ann. des mines*, 3e série, t. XVII, p. 257.)

Enfin, à l'usine de Thalitter (Hesse Darmstadt), dans laquelle on traite également une variété de minerai du kupferschiefer qui donne du cuivre noir à la première fonte, il résulte des renseignements qui m'ont été donnés à l'usine par M. Klipstein, que 1 v. de coke peut remplacer 1 volume quadruple de charbon de densité moyenne; le fourneau marche, du reste, à l'air chaud, et le volume du coke chargé est à peu près 1/5 de celui du charbon. (Voir Mémoire 295; Biblioth. de l'École des mines.)

M. Fulda a aussi essayé de brûler, dans les fourneaux à cuivre de Riechelsdorf, du charbon de tourbe et de lignite; il paraît résulter de ses essais que ces combustibles produisent à peu près le même effet qu'un égal volume de charbon de bois, du moins dans certaines limites; et si on ne les emploie pas régulièrement cela tient à ce qu'ils reviennent trop chers rendus à Riechelsdorf.

Le traitement complet du cuivre à l'usine de Frederichshütte, près Riechelsdorf, a été résumé dans le tableau à la suite de cette notice, dans lequel on trouvera les consommations pour les diverses opérations présentées d'après la méthode adoptée par M. Le Play dans son cours de métallurgie à l'École des mines.

ETTE.

	MINERAI C.							
	Volume.	Poids.		Valeur.	Main-d'œuvre.	Matériaux.	Frais généraux.	Somme.
Co	m.c.	k.		fr.	fr.			fr.
Co rai.	5,078	5.078		»				
.	»	»	7	62,07	6,13	4,83	»	168 ,9
e et . .	»	»	4	0,23	3,05	2,15	»	26
oir.	»	»	6					
. . .	»	»		0,57	1,83	1,68		8,13
							fr. 31,45	31,45
. .	5,078	5.078	7	62,87	11,01	8,66	31,45	234,90

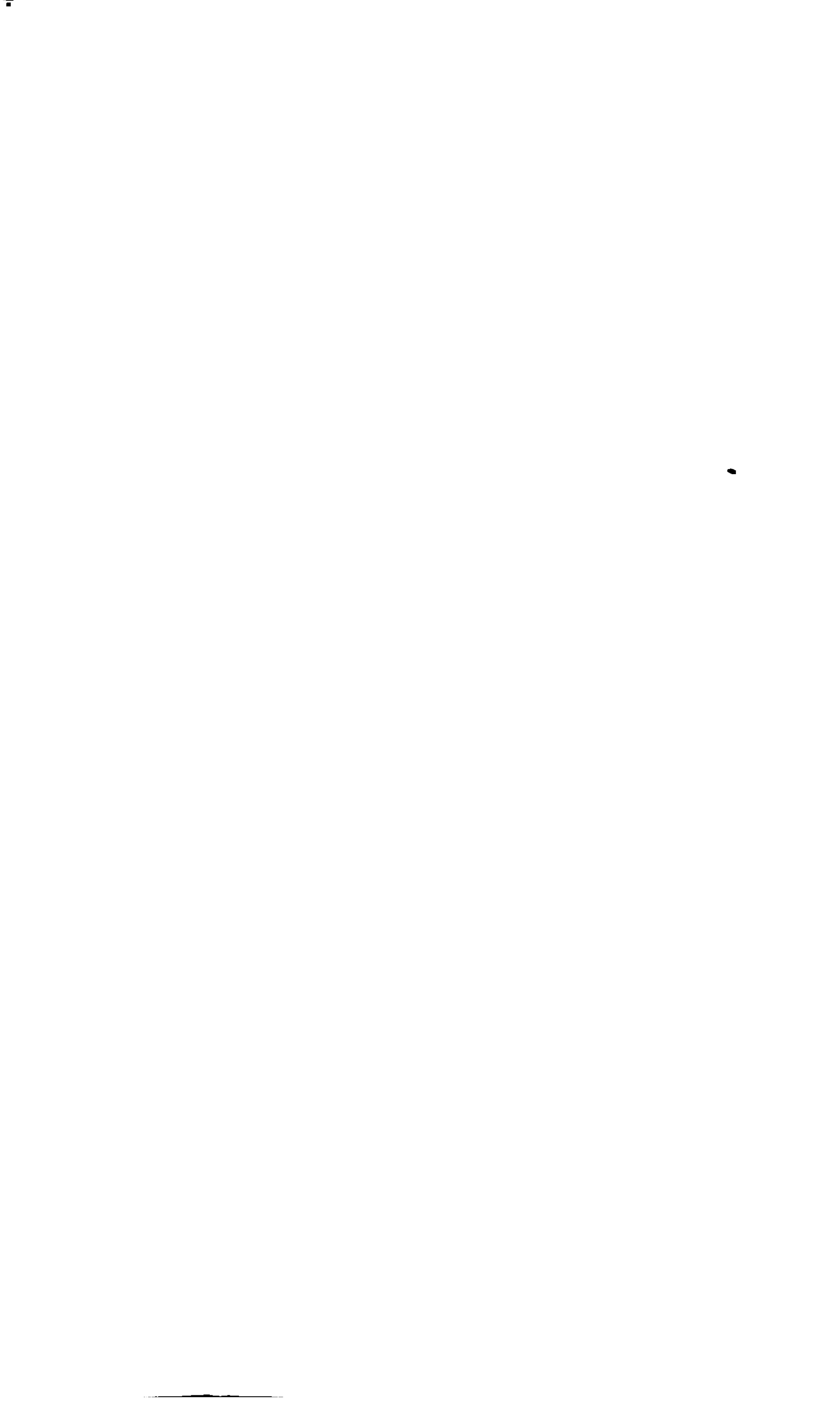
Il faut en , ou de 3,2 pour 1 q. m. de cuivre rosett 2,33

alors pour le prix 232,57

340, le prix du q perte de 10 fr. 57 c. par mais ce cuivre mines de Riechelsdorf, est sée par les bénéfi
ent se proposer d cessaire pour produire un de cuivre rosette olume double de charbon c'est ce que l'ex nploie ce coke. Nous sup- s que le bois rend Cours de métallurgie, et endrons pour l'éq tats qui suivent :

que la consomm u. En admettant que le lorifique du ch le chaleur de 12.554.646 quintal de cu
ile de reconna elative à la *main-d'œuvre* lleurs que de c te, sont par conséquent par 0,518 du

s et qu'on tro).



NOTICE

Sur la fabrication du verre en Bohême.

Par M. L.-P. DEBETTE, Élève-ingénieur des mines (1).

On nomme, dans toute l'acception du mot *verre*, tout corps transparent, ou du moins translucide, qui est aigre et cassant aux températures ordinaires, devient mou et ductile, puis se fond à une température élevée, et dont enfin la cassure à froid présente un éclat particulier bien défini, connu sous le nom d'éclat vitreux, de cassure vitreuse. Des verres en général.

Plusieurs acides, tels que les acides phosphorique et borique, ainsi que beaucoup de silicates, phosphates, borates, arséniates, fluorures, et quelques chlorures métalliques, comme ceux de plomb et d'argent, divers mélanges de ces corps entre eux et avec d'autres substances, parmi lesquelles les alcalis et les terres tiennent le premier rang, donnent des verres par leur fusion.

Ce qu'en industrie on désigne plus spécialement sous le nom de verre, est un composé de silice, de potasse ou de soude, ou des deux ensemble, et de chaux ou d'oxyde de plomb, seuls ou mélangés.

Ce composé donne par la fusion une masse amorphe et transparente qui ne se dissout ni dans l'eau, ni dans aucun acide, excepté l'acide hydrofluorique.

(1) Extrait d'un mémoire plus étendu déposé en 1842 à la bibliothèque de l'École royale des mines sous le n° 310.

Historique. D'après Pline, la découverte du verre serait due à des voyageurs phéniciens qui, s'étant par hasard servis de natron pour construire un foyer sur le sable du désert, virent avec étonnement ces deux substances se combiner par fusion pour donner un verre; mais on ne peut admettre ce fait, qui exige une température beaucoup plus élevée qu'elle ne pouvait l'être en pareil cas.

M. Haudicquer de Blancourt, un des plus anciens auteurs français qui aient écrit sur les verreries, en fait remonter l'invention à Tubalcaïn, parce que celui-ci en trouvant l'art de fabriquer les métaux par fusion, dût obtenir des laitiers analogues aux verres.

Toujours est-il certain que la découverte du *verre* est très-ancienne, car il en est fait mention dans les saintes Écritures: 1° dans le Livre de Job, chap. 28, vers. 17, où il est dit:

« Non adæquabitur ei aurum vel *vitrum*, nec commutabuntur pro eo vasa auri. »

Et 2° dans le Livre des Proverbes, chap. 23, verset 31, où il est dit:

« Ne intuearis vinum quando flavescit cum splenduerit in *vitro* color ejus, etc.»

Aristote, dans un écrit publié l'an 384 avant J.-C., parle du verre et cherche à expliquer sa transparence.

Quatorze ans plus tard, en 370, Théophraste cite des verreries situées à l'embouchure du fleuve Bélus, ce qui n'a rien d'étonnant, car les Phéniciens étaient le peuple le plus industrieux de toute l'antiquité, et avaient pour ainsi dire sous la main le sable et le natron nécessaires.

Les Égyptiens connaissaient aussi dès l'anti-

quité la plus reculée l'art de fabriquer les verres blancs et colorés, de les tailler, et de les dorer, ainsi que le prouvent les parures en verre que l'on a trouvées sur plusieurs momies venant des catacombes de Thèbes et de Memphis.

Plus tard, sous les empereurs, il s'éleva près d'Alexandrie des verreries qui devinrent très-célèbres, et couvrirent l'Italie de leurs produits.

Les Romains connaissaient les verres plus de deux siècles avant J.-C.; cependant ce ne fut que sous Néron que fut établie à Rome la première verrerie, encore ne produisait-elle que de méchants verres à boire. Les verres fins étaient encore tellement chers à cette époque, que l'empereur Néron paya plus de 4000 francs de notre monnaie pour une couple de belles tasses en verre. Sous Alexandre Sévère, l'an 210 après J.-C., le nombre des verriers s'était tellement augmenté à Rome, qu'on crut devoir les consigner dans un quartier particulier de la ville.

Venise, au moyen âge, se distingua bientôt par ses verreries qui furent reléguées, en 1291, à deux lieues de la ville, dans la presqu'île de Murano, dont le nom devint bientôt célèbre. C'est, dit-on, dans cet endroit que furent fabriquées les premières glaces soufflées.

A cette époque, la Bohême était la plus industrieuse et la plus riche contrée de l'Allemagne, à laquelle elle donnait ses empereurs. Ses relations et son commerce avec Venise et l'Italie ne tardèrent pas à y introduire l'art de la verrerie, et l'extrême pureté des matières premières que l'on rencontre en abondance dans les montagnes qui forment une ceinture autour de ce pays, lui assurèrent bientôt, dans ce genre d'industrie,

une supériorité et une réputation qui se sont soutenues jusqu'à nos jours.

Division de cette notice.—Parcourant, en 1842, la Bohême, j'en ai visité avec intérêt les verreries et les cristalleries les plus renommées, et en particulier les divers groupes du Böhmerwaldgebirge. La beauté des produits qui sortent de ces usines, et le voile qui entoure encore leurs procédés de fabrication, m'ont engagé à publier ici les quelques observations que j'ai été à même de faire.

L'étendue de ce travail m'oblige à le diviser en quinze chapitres, dans lesquels je traiterai successivement.

Chap. XV. Coup d'œil statistique sur les verreries de la Bohême.

CHAPITRE I.

COMPOSITION ET PROPRIÉTÉS DES VERRES.

Composition des verres. — Les verres sont des silicates qui doivent contenir au moins 50 p. o/o de silice : plus il y en a, plus le verre est parfait, inaltérable, dur et infusible. Le verre le plus dur, le plus beau et le plus parfait se trouve dans la nature, à l'état de silice pur dans le cristal de roche ; mais comme ce dernier n'est fusible qu'aux plus hautes températures que l'on puisse produire dans nos laboratoires, telles que celles que l'on obtient par l'emploi du chalumeau de Newmann, ou bien à l'aide d'une forte batterie voltaïque ou électrique, il est impossible de le préparer artificiellement dans l'industrie. Pour rendre la silice fusible, il faut y ajouter certains fondants. Ces fondants sont la potasse, la soude, la chaux et l'acide de plomb.

La silice fond très-bien avec les alcalis, mais le verre qui en résulte s'altère promptement en attirant l'humidité de l'air. Pour prévenir cette altération, on se trouve toujours obligé, dans la fabrication du verre, d'y introduire une certaine quantité de chaux ou d'oxyde de plomb. Voici du reste l'analyse d'un certain nombre de verres de Bohême qui indiquera leur composition d'une manière précise.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Silice	71,6	71,7	69,4	62,8	75,9	78,85	70,0	57,0
Potasse	11,0	12,7	11,8	22,1	»	5,50	20,0	25,0
Soude	»	2,5	»	»	17,5	12,05	»	»
Chaux	10,0	10,3	9,2	12,5	3,8	5,60	4,0	12,5
Magnésie	2,3	»	»	»	»	»	»	»
Alumine	2,2	0,4	9,6	2,6	2,8	3,50	5,0	3,0
Oxyde de fer	3,9	0,3	»	»	»	»	0,6	1,3
Ox. de manganèse	0,2	0,2	»	»	»	»	0,4	0,4
	101,2	98,1	100,0	100,0	100,0	100,50	100,0	99,2

(1) Verre de Bohême de Neufeld (M. Gras). Sa composition est à peu près représentée par la formule $Ca\,S^5 + (Al, F)\,S^5 + (K, Mg, Mn)\,S^5$.

(2) Verre de gobeletterie fine de Neuwelt (M. Berthier). Il est de la plus grande beauté, et se prépare, suivant M. Perdonnet, avec un mélange de 100 de quarz, 50 de chaux caustique, 75 de carbonate de potasse et une très-petite quantité de nitre, d'acide arsénieux et d'oxyde de manganèse. On ne peut pas y découvrir la présence de l'arsenic par l'analyse. La composition de ce verre est exprimée par la formule $C\,S^6 + (K, N)\,S^6$.

(3) Ancien verre de Bohême (M. Dumas). Il a pour formule $(Al, C, K)\,S^4$.

(4) Crown glass de fabrication allemande (M. Dumas). Sa composition est exprimée par la formule $(K, C)\,S^4$.

(5) Verre à glace (M. Dumas). Il est représenté par la formule (N, Al, C) S^6.

(6) Autre verre à glace (M. Dumas). Sa formule est comprise entre BS^5 et BS^6.

(7) Verre blanc de gobeletterie de Silberberg près Gratzen. Sa composition est exprimée exactement par la formule 2 (K, Ca) S^5 + (Al, F) S^5.

(8) Verre à glace de Neu-Hurkenthal pour la fabrication des glaces moulées. Il offre dans la tranche une teinte verdâtre et se ramollit à une faible chaleur. Sa composition est à très-peu près représentée par la formule (Al, F) S^3 + 6(K, C, M) S^3, ou plus simplement (K, C, Al) S^3.

J'indiquerai plus tard la composition des mélanges que l'on introduit dans les pots, en décrivant les procédés de fabrication de chaque sorte de verre.

Propriété des verres. Transparence, blancheur.—La transparence et la blancheur sont les premières qualités du verre; pour les obtenir il faut employer des matériaux extrêmement purs, et ajouter le moins de fondant possible.

Un excès de potasse donne au verre une teinte verdâtre, la soude et ses sels lui donnent une teinte jaunâtre et l'excès de chaux le rend laiteux. Une très-petite quantité de sulfate de potasse ou de soude lui donne une couleur vert-brun jaunâtre ou noirâtre. Le fer le colore fortement en vert bouteille, et le manganèse employé en excès pour enlever la coloration due à l'oxyde de fer, lui donne une teinte bleue, qui devient d'un violet prononcé par l'action de la lumière solaire.

Si le minium employé dans la fabrication des cristaux renferme un peu de cuivre, ce qui arrive

très-souvent, le cristal prend une légère teinte vert d'émeraude; cela n'est d'ailleurs pas à craindre en Bohême, où il n'y a qu'une seule usine qui fabrique des verres plombeux.

Le charbon colore les verres en jaune topaze, plus ou moins foncé, allant même jusqu'au pourpre, aussi est-il impossible d'obtenir un verre parfaitement blanc dans des fours qui fument, ainsi que dans ceux que l'on chauffe avec de la tourbe, du lignite ou de la houille; et il faut dans ce cas, pour obtenir des verres assez beaux, employer des creusets couverts, comme cela se pratique à la cristallerie de Choisy-le-Roi. Il faut aussi lorsqu'on remplace dans la fabrication du verre les carbonates alcalins par le sulfate de soude, avoir soin, en vertu de ce fait, d'ajouter dans les creusets un peu moins de charbon (seul. 1/13) qu'il n'en faudrait pour réduire complétement le sulfate, et encore n'obtient-on par ce procédé que des verres communs, parce que le léger excès de sulfate de soude qu'il faut laisser, leur donne une teinte brun noirâtre.

Dureté, élasticité. — Le verre de Bohême est parfaitement élastique entre certaines limites et très-sonore; lorsqu'il est bien fabriqué, il est assez dur pour faire feu sous le choc du briquet, et ne se laisse que très-difficilement rayer. Les verres plombeux, au contraire, ont peu de dureté, et d'autant moins qu'ils contiennent plus d'oxyde de plomb; aussi perdent-ils promptement leur éclat par l'usage.

Fusibilité, refroidissement, recuit, dévitrification. — Tous les verres sont plus ou moins fusibles; lorsqu'ils sont ramollis par l'action de la chaleur, ils se travaillent avec la plus grande fa-

cilité, et peuvent s'étirer en fils aussi fins que ceux d'un cocon de ver à soie. Le verre, lorsqu'il est soumis à un refroidissement rapide, devient très-fragile et présente divers phénomènes remarquables, parmi lesquels je citerai pour exemple les *larmes bataviques* et les *flacons de Bologne*. Les verres supportent d'autant mieux les variations de température, qu'ils ont été refroidis plus lentement; aussi peut-on, lorsqu'ils ont été peu ou pas recuits, diminuer considérablement leur fragilité, en les faisant recuire dans de l'eau, ou mieux dans de l'huile bouillante.

Tous les verres exposés pendant un temps plus ou moins long à une chaleur assez élevée perdent leur transparence, et deviennent extrêmement durs et beaucoup moins fragiles qu'auparavant. Il se passe alors un phénomène tout à fait analogue à celui que nous voyons se produire journellement par suite d'un refroidissement lent dans les laitiers de nos hauts-fourneaux, et surtout dans les laves volcaniques. Les verres à base de soude sont plus fusibles et plus durs que ceux à base de potasse.

Densité.—Voici les densités de quelques verres non plombeux :

Ancien verre de Bohême (Dumas)	2,396
Verre à bouteilles de Bohême	3,782
Verre à vitre de Bohême	2,642
Verres fins dits cristaux de Bohême	2,892
Verre à glace de Cherbourg (Dumas)	2,506
Verre à glace de Saint-Gobain (Dumas)	2,488
Verre à glace de Neuhaus 1812 (Scholz)	2,551
Verre à glace de Neuhaus 1830 (Scholz)	2,564

Action des agents atmosphériques et chimiques. — Plus un verre est dur et infusible, moins il est altérable par l'action des agents atmosphé-

riques et chimiques, à l'exception de l'acide hydrofluorique. Les verres trop alcalins attirent peu à peu l'humidité de l'air, en perdant leur éclat et leur poli. Beaucoup de verres se laissent notablement attaquer par une ébullition prolongée avec de l'eau, et *à fortiori* par les dissolutions alcalines et acides : ainsi le verre à bouteilles est très-souvent attaqué par le tartre qui se trouve dans le vin. Selon Guyton-Morveau, tous les verres qui se laissent attaquer par une ébullition prolongée avec des dissolutions concentrées d'alun, de sel marin, d'acide sulfurique ou de potasse, sont de mauvaise qualité.

CHAPITRE II.

DU CHOIX ET DE LA PRÉPARATION DES MATIÈRES PREMIÈRES.

Silice. — La silice que l'on emploie en Bohême dans la fabrication des verres s'obtient en étonnant du quartz hyalin, puis le bocardant à sec. Le quartz se trouve quelquefois en filons dans le granit et le gneiss, comme à Neu-Hurkenthal; mais, le plus souvent on le rencontre, soit sous la forme de cailloux roulés dans les torrents du Böhmerwaldgebirge, soit en fragments plus ou moins anguleux épars dans la terre végétale qui provient de la décomposition des terrains primitifs. Il est évident que, dans ce cas, ces fragments sont les débris de filons quartzeux qui, étant plus résistants, ont survécu à la désagrégation du granit ou du gneiss qui les encaissait, et qui ont ensuite été plus ou moins remaniés par voie de transport.

Ceux de ces fragments qui paraissent exempts à l'œil de matières métalliques, sont achetés, rendus aux verreries, au prix moyen de $0^{fr},65$ les

100 kil. Ces fragments sont grossièrement classés lors de leur arrivée à l'usine; ceux qui sont formés de quartz enfumé dit *topazkies* par les indigènes, sont mis de côté comme les plus purs, et réservés pour la fabrication des verres fins de première qualité ou cristaux.

On étonne le quartz, tantôt dans des fours à réverbère, tantôt dans des fours d'une forme toute particulière indiquée dans la planche qui accompagne cette notice (*Pl. XIX*).

Lorsque le quartz a atteint la température rouge cerise, on le retire du four et on le jette immédiatement dans une grande cuve peu profonde, dans laquelle un robinet permet de renouveler continuellement l'eau et de s'opposer à son échauffement : le quartz, ainsi étonné et refroidi, est trié à la main par des femmes qui gagnent $0^{fr.}40$ par 12 heures de travail. Les fragments trop gros et trop résistants qui n'ont pas été suffisamment étonnés sont cassés en plusieurs morceaux et reportés dans le four, le reste est concassé en petits fragments, et les parties parfaitement blanches sont seules employées à la fabrication du verre. Tous les fragments qui présentent la moindre trace d'oxydes métalliques (ordinairement d'oxyde de fer) sont séparés avec le plus grand soin, pulvérisés à part et employés sur des roues en fer pour le dégrossissage des verres taillés.

On consomme moyennement $0^{stère},070$ de bois de pin pour étonner 100 kil. de quartz. Le quartz étonné et trié est ensuite bocardé à sec. Les flèches des pilons sont armées de têtes en fonte dont le poids varie de 120 à 150 kilogrammes; leur levée est de $0^{m},50$ à $0^{m},60$, et chacune d'elles tombe dans une auge hémisphérique de 25 cent. de dia-

mètre, pratiquée dans une grosse poutre en bois qui court tout le long du bocard. On a dû rejeter l'emploi des auges en fonte ou en pierre, parce que, dans ce cas, il eût été à craindre que par le choc des pilons, il ne se détachât assez de particules ferrugineuses pour altérer sensiblement la blancheur et la pureté des verres.

La poudre obtenue au bocard est tamisée, et ce qui reste sur le tamis est bocardé de nouveau.

Chaque pilon de bocard pulvérise en 12 heures 41 kilogrammes de quartz.

Potasse. — Presque tous les verres de Bohême sont des verres à base de potasse, ce qui tient à ce que la soude et ses sels donnent aux verres une teinte jaunâtre très-sensible, et à ce que la différence de prix entre la potasse et la soude est beaucoup moindre en Bohême que dans la plupart des pays de l'Europe. Une petite quantité de la potasse employée en Bohême est fabriquée dans le pays même; mais la plus grande partie est tirée de la Hongrie. Là, les Karpathes sont couverts d'immenses forêts, dont un grand nombre sont inexploitables dans les conditions actuelles, résultant du bas prix du combustible et de la difficulté des communications. On les utilise alors en les brûlant sur pied, et en retirant des cendres, par lessivage, la potasse commune.

Pour obtenir de la potasse de seconde qualité, on traite la précédente à froid par son poids d'eau, puis on décante, on évapore à sec la liqueur décantée, et on calcine assez fortement la potasse obtenue pour la fritter.

Enfin, pour obtenir la potasse la plus fine dite de première qualité, il suffit de traiter comme ci-

dessus la potasse de seconde qualité, en employant seulement la moitié de son poids d'eau froide.

Il est de la plus grande importance que les arbres qui ont servi à la fabrication de la potasse n'aient pas crû sur un sol métallifère, c'est-à-dire sensiblement chargé de sels et d'oxydes métalliques; car l'on sait que ces substances sont aspirées avec la séve, et que l'on peut même imiter artificiellement par ce procédé un grand nombre de bois colorés, en faisant successivement absorber certaines dissolutions métalliques à des bois de structure et de tissu analogues.

Lorsque cette circonstance se présente, la potasse que l'on retire par lessivage des cendres de ces arbres, quoique pouvant paraître très-pure à la première vue, contient presque toujours une quantité assez notable d'oxydes métalliques pour colorer sensiblement les verres, ce qui doit la faire rejeter pour la fabrication des verres fins.

Cette remarque, et la considération que le prix des verres de Bohême dépend surtout de leur parfaite blancheur, ont fait adopter dans ce pays un procédé d'essai tout à fait différent des procédés alcalimétriques employés en France, lesquels ne donnent que le titre de l'alcali sans indiquer nullement la nature et la proportion des matières étrangères nuisibles qu'il peut contenir.

Cet essai, qui est encore facilité par la petitesse des pots de verrerie qui, en Bohême, ne contiennent que de 60 à 90 kil. de matières calcinées et frittées, se pratique en remplaçant, dans l'un des pots où l'on fait du verre fin, la potasse ordinairement employée, par son poids de la potasse à essayer, et en comparant les objets fabriqués avec le verre obtenu, avec des verres titrés, préparés une

fois pour toutes, en faisant varier la qualité et la quantité de l'alcali.

On apprécie ainsi par la blancheur parfaite ou la nuance plus ou moins prononcée des verres obtenus, la nature et la proportion des matières métalliques, et même approximativement, la teneur alcaline de la potasse essayée, et on est alors à même d'en déterminer exactement la valeur commerciale.

Dans les mines du Böhmerwaldgebirge, les prix de revient ou d'achat des diverses sortes de potasse sont par 100 kil. :

		fr.
Pour la potasse commune (3e qualité). . . .		46,17
—	potasse fine (2e qualité).	55,28
—	potasse surfine (1re qualité). . . .	68,59

Soude. — La soude est, comme je l'ai dit ci-dessus, très-peu employée en Bohême où elle ne sert qu'à la fabrication des verres à vitre communs. La soude commune y coûte 36fr.,86 les 100 kil.

Sulfate de soude. — Le sulfate de soude ou sel de Glauber s'obtient dans les fabriques de produits chimiques comme résidu de la fabrication de l'acide nitrique au moyen du nitrate de soude et de l'acide sulfurique, et n'est employé que dans quelques verreries annexées à ces usines (comme à *Gross-Luckawitz*, près *Chrudim*), où l'on fabrique des bouteilles et des cornues et matras en verre, employés dans les usines mêmes (il faut y ajouter $\frac{1}{11}$ en poids de charbon).

Chaux. — La chaux employée dans les verreries du Böhmerwaldgebirge se tire d'un calcaire saccharoïde, que l'on trouve soit en Moravie, soit en Bohême (près de Winterberg), en couches en-

clavées dans le gneiss, qui présente la même stratification, tandis que l'on peut voir en certains points, et notamment près de *Winterberg*, le granite sur lequel reposent ces couches y jeter quelques ramifications. Ce fait semblerait démontrer d'une manière évidente que ce calcaire et ce gneiss, regardés comme primitifs par plusieurs géologues allemands, et entre autres par M. le professeur Zippe, de Prague, sont l'effet d'un métamorphisme dû à l'apparition du granite qui a soulevé la chaîne du Böhmerwaldgebirge.

Ce calcaire saccharoïde est parfaitement blanc et présente deux variétés extrêmes, dont l'une, à larges lames et fortement transparente, joue, à s'y méprendre, les plus beaux marbres statuaires antiques (celui de Paros par exemple); et dont l'autre présente un grain extrêmement fin et serré, et a la plus grande analogie avec le marbre de Carrare.

Ces calcaires sont calcinés dans les mêmes fours qui servent à étonner le quartz, puis on les laisse se déliter à l'air, et on prend soin de fritter de nouveau la poudre obtenue avant de la charger dans les creusets de verrerie. On introduit dans le mélange de 6 à 20 p. de chaux calcinée par 100 de silice.

Peroxyde de manganèse. — Le peroxyde de manganèse est peu employé en Bohême, du moins pour la fabrication des verres fins; il sert à détruire la couleur vert bouteille due au protoxyde de fer.

Arsenic. — L'arsenic se tire à l'état d'acide arsénieux de l'Erzgebirge et du Riesengebirge, où on l'obtient, soit comme produit principal du grillage de la pyrite arsénicale, soit comme pro-

duit accessoire du grillage des minerais d'étain et de cobalt. Il est très-employé en Bohême, surtout dans la fabrication des verres fins. Il sert :

1° A détruire la teinte verdâtre due à une petite quantité de protoxyde de fer;

2° A détruire la teinte jaune topaze que prend le verre si le four fume, ou si le bois en pétillant y lance quelques escarbilles de charbon;

3° Il sert enfin à agiter la matière fondue et à favoriser le dégagement des bulles.

Nitrate de potasse. — Le salpêtre ou nitrate de potasse est employé dans quelques usines concurremment avec l'arsenic blanc pour produire les mêmes effets.

Débris de travail, etc. — Les débris du travail même, les vieux verres cassés, le verre qui s'est écoulé sur la sole du four, par suite de la fracture accidentelle des pots de verreries, etc., sont concassés, lavés et classés d'après leur nature, leur couleur et leur pureté, et ordinairement employés dans la fabrication des verres communs. Les débris du travail des verres fins sont seuls employés à la fabrication des verres blancs de gobeletterie.

Combustibles. — Le combustible consommé dans les verreries de la Bohême est du bois résineux dans lequel l'essence dominante est le *kiefer* (pinus sylvestris). Cette essence est aussi la plus convenable pour le travail du verre, parce que c'est celle qui pétille le moins au feu et qui donne le plus de flamme.

Les flancs et les sommets de toutes les montagnes qui forment la chaîne du Böhmerwald et du Riesengebirge sont couverts de forêts d'arbres résineux. Ces forêts sont exploitées en haute futaie, et la durée de leur révolution est de 80 à 100 ans.

On abat le bois pendant l'été, puis, l'hiver suivant, on l'amène sur les cours d'eau qui serpentent dans les vallées au moyen de glissoires pratiquées dans les neiges, et à la fonte de celles-ci, on les transporte par flottage jusqu'aux verreries mêmes. Il revient moyennement, rendu aux usines, à 1fr.,50 le stère, dans tout le Böhmerwaldgebirge.

On dessèche complétement et même l'on torréfie quelque peu le bois avant de l'employer dans des caisses en fonte chauffées extérieurement par les flammes perdues des fours des verreries; je n'ai vu que les cinq verreries du comte de Buquoi où ce procédé ait été abandonné depuis une quinzaine d'années, et je n'en connais pas le motif.

Par la torréfaction préalable du bois, on réalise une économie de 10 p. °/₀ sur le combustible, et en outre la conduite du feu devient beaucoup plus facile à régler.

Argile à creusets. — L'argile employée pour la fabrication des creusets dans les verreries de l'est du Böhmerwaldgebirge vient de la Moravie; celle employée dans les verreries situées dans la partie ouest de la même chaîne se tire partie des environs de Pilsen en Bohême, partie du voisinage de Nuremberg en Franconie.

Ces argiles sont très-blanches, très-alumineuses et peu liantes; par la calcination elles ne perdent en rien leur blancheur primitive.

Un échantillon de l'argile de Moravie, employé à *Silberberg* pour la fabrication des pots de verrerie, a donné à l'analyse les résultats suivants :

	P. 0/0.	Ox.	Rapp.
Silice.	45,8	23,8	2
Alumine. . . .	40,4	11,4	1
Eau.	13,8	12,1	1

ce qui donne pour sa formule AS^2+Aq, qui représente la triklasite ou fahlunite. Sauf que cette argile ne renferme aucune matière combustible, elle présente dans sa composition la plus grande analogie avec les argiles réfractaires de Stourbridge et de Stannington, dont l'analyse a été donnée par M. Le Play (*Annales des mines*, 4e série, tome III, page 646), dans un mémoire très-remarquable sur la fabrication de l'acier dans le Yorkshire.

CHAPITRE III.

DES VERRERIES DE BOHÊME EN GÉNÉRAL.

Emplacement et consistance des verreries.— La principale chose à considérer dans l'emplacement des verreries, étant l'approvisionnement en combustible, on cherche autant que possible à les établir au milieu des forêts et sur les bords d'un cours d'eau qui permette d'y amener le bois par flottage, et en outre d'établir non loin de là les bocards à sec et les meules à tailler le verre (*schleifer mühle*), qui sont presque toujours mues par une roue hydraulique. On augmente au besoin la puissance des courants d'eau, en les mettant en communication, par des écluses à grilles, avec les petits étangs que l'on rencontre en grande quantité dans les montagnes. Comme les périodes des révolutions des forêts sont presque séculaires, il est souvent avantageux, après avoir abattu tous les bois qui environnent une usine, de la transférer, pour un certain temps, dans un autre endroit où l'on retrouve un approvisionnement plus facile, jusqu'à ce que ce dernier soit à son tour épuisé.... Cette

instabilité dans l'emplacement de la plupart des verreries, a conduit par économie à construire entièrement en bois tous les bâtiments qui renferment les fourneaux. Aussi, à la première vue, rien n'a l'air plus misérable que l'aspect de ces usines qui semblent perdues au milieu de forêts sans fin, et qui s'annoncent au loin par des tourbillons de fumée qui s'élèvent au-dessus des arbres. Il n'y a guère que les usines certaines d'un approvisionnement pour ainsi dire indéfini, telles que celles de MM. Meyer, situées sur la Moldau, qui soient en partie construites en pierre.

Les verreries de Bohême se composent ordinairement de deux fours de fusion (*schmelzöfen* ou *glasöfen*) dont l'un est en feu, tandis que l'autre est en réparation, de sorte qu'il y en a continuellement un en activité.

Lorsque l'usine fabrique des verres à vitres, elle possède un ou deux fourneaux à étendre le verre (*streckofen*), qui sont placés sous un hangar particulier, annexé à l'usine. Le magasin des matières premières est aussi annexé à l'usine. Quant aux bocards à sec et aux fours de cuisson pour le quartz et la chaux, ils sont également annexés à l'usine lorsque la puissance du cours d'eau le permet, mais le plus souvent ils en sont séparés et placés à quelque distance, soit en amont, soit en aval. Il en est de même des ateliers où l'on taille les verres de gobeletterie et les verres fins, dits cristaux de Bohême, auxquels est annexé le magasin de verres de l'usine.

Fours de fusion. — Comme la beauté et la qualité des verres, toutes choses égales d'ailleurs, dépendent surtout de leur parfaite fusion, et que celle-ci n'a lieu qu'à une température très-élevée,

qu'il n'est possible d'obtenir que par une disposition particulière du fourneau de fusion (*schmelzofen*), ce dernier est la partie la plus importante de l'usine.

Ce four doit être construit de telle sorte

1° Que l'on puisse y produire une température convenable et assez élevée;

2° Que la flamme puisse circuler librement autour des pots de verrerie;

3° Enfin, que l'on puisse obtenir le plus grand effet utile avec la moindre quantité de bois possible.

Ces conditions ont fait adopter des fours particuliers de forme elliptique, presque analogues aux fours à alandiers et garnis de banquettes sur lesquelles sont placés les pots de verrerie (*haffen*).

Ces fours ont tous à peu près la même forme, mais leurs dimensions sont quelque peu variables d'après le nombre et la grandeur des pots; ils en renferment 7 ou 8 selon les usines.

Les briques réfractaires qui servent à la construction de ces fours, sont formées de 2 parties en volume d'argile réfractaire, mélangées avec 1 partie de débris de pots de verrerie, triés et pulvérisés. La voûte est toujours construite d'une seule pièce en argile damée.

Fours à recuire.— Ces fours sont toujours accompagnés d'un *kühlofen* ou fourneau à recuire le verre, et chauffé au moyen des flammes perdues du four de fusion. Presque toujours, le *kühlofen* est surmonté d'un appareil de torréfaction, qui se compose de 4 caisses cubiques en fonte, de 30′ (0^{m}, 88) de côté, baignées sur 5 de leurs faces par la flamme qui arrivant du kühlofen par 4 renards, s'échappe ensuite de l'appareil par

une seule ouverture située à la partie supérieure.

L'opération est conduite beaucoup trop rapidement, car on obtient dans l'espace de 1 1/2 à 2 heures au plus, une dessiccation complète et même un commencement de torréfaction du bois; et il serait évidemment très-avantageux de la ralentir, en munissant de registres mobiles les ouvreaux qui font communiquer le four de torréfaction avec le four à recuire placé au-dessous.

La durée des campagnes est moyennement de 28 semaines ou 6 mois.

Pots de verrerie. — Les pots de verrerie (*hafen*) employés en Bohême, sont circulaires et faits avec le plus grand soin. Ils sont de deux dimensions, et n'ont pas de collets.

Les plus petits reçoivent une charge de 65 à 75 kilogrammes de matières frittées, et servent à la fabrication des verres fins et des verres de gobeletterie. Leurs dimensions sont les suivantes :

Diamètre intérieur	en haut. .	0^m,39
	en bas. . .	0^m,34
Diamètre extérieur	en haut. .	0^m,45
	en bas. . .	0^m,42
Profondeur.		0^m,44
Épaisseur au fond.		0^m,04

Les grands pots reçoivent une charge de 100 k. environ, et sont employés pour la fabrication du verre à vitres et du verre à bouteilles. Leurs dimensions sont les suivantes :

Diamètre intérieur	à l'ouverture. .	0^m,43
	au fond. . . .	0^m,38
Diamètre extérieur	à l'ouverture. .	0^m,51
	au fond. . . .	0^m,48
Profondeur.		0^m,52
Épaisseur au fond.		0^m,05

La pâte qui sert à la confection des pots de verrerie se compose d'un mélange d'argile réfractaire très-alumineuse, dont j'ai rapporté plus haut l'analyse, et de quartz très-pur, bocardé à sec; quelquefois cependant on emploie comme ciment des débris d'anciens pots de verrerie concassés et triés, puis bocardés.

Après avoir bien malaxé la pâte avec les pieds pour rendre le mélange aussi intime que possible, on s'en sert pour façonner les pots à l'aide d'une petite batte en bois, et d'un moule ou cuve également en bois, qui permet de leur donner rigoureusement les mêmes dimensions extérieures. Ces creusets ont une durée très-variable. A Schwarzthal ils durent moyennement six semaines, à Silberberg, Winterberg, Leonorenhain, leur durée est de 12 à 16 semaines, et même quelquefois plus. Ces creusets, après avoir été suffisamment séchés à l'air, sont cuits dans le four à recuire, annexé au four de fusion, rarement dans des fours particuliers. En cas de rechange, on les introduit dans le courant de la campagne, par une des embrasures, qui a reçu à cet effet des dimensions suffisantes et plus considérables que celles des autres embrasures de travail. Il va sans dire, qu'on doit alors porter préalablement les creusets neufs au rouge blanc, avant de les porter sur les banquettes.

L'analyse d'un fragment trié des pots de verrerie employés à Silberberg m'a donné;

		Ox.	Rapp.
Silice.	61,0	31,7	3
Alumine.	39,0	10,8	1
Oxyde de fer. .	traces.		
	100,0		

On voyait à l'œil nu dans la pâte des parties très-blanches qui paraissaient être de petits grains de quartz.

L'analyse a donné à M. Berthier, pour la composition d'un autre pot de verrerie de Bohême, dont la localité est inconnue :

		Ox.		Rapp.
Silice.	68,0	35,4		4
Alumine. . . .	29,0	8,1		
Oxyde de fer.	2,2	0,6	9,0	1
Magnésie. . .	0,5	0,3		
	99,7			

Par le service, la pâte en était devenue excessivement dure, d'un gris clair, et était remplie d'une infinité de petites cavités bulleuses qui annonçaient un commencement de fusion, et présentait en outre une multitude de petits grains très-blancs qui se dessinaient très-nettement sur le fond grisâtre de la pâte.

Fours à étendre le verre. — Ces fours sont isolés ou accolés deux par deux. Il en existe même, m'a-t-on assuré, qui sont accolés par quatre. Ils se composent toujours d'un four à étendre (*streck ofen*) dans lequel la flamme du foyer arrive par 4 petites cheminées placées aux extrémités de la sole, et qui communique avec un four à recuire (*kühl ofen*) dans lequel la flamme du foyer n'arrive que par une seule ouverture.

Personnel. — Le personnel d'une verrerie se compose :

1° d'un directeur (*buchhalter*) qui surveille les travaux, tient les comptes, reçoit les commandes, expédie les objets fabriqués, paye les ouvriers, etc.;

2° d'ouvriers employés au transport et à la préparation des matières premières;

3° de femmes qui s'occupent de l'emballage des objets fabriqués;

4° d'ouvriers employés au transport des objets fabriqués;

Et enfin, 5° d'ouvriers employés au travail du verre et à sa taille. Parmi ces derniers on distingue particulièrement les tiseurs, les souffleurs et les tailleurs de verre.

La conduite du feu, exige par fourneau de fusion, deux tiseurs qui se relayent à tour de rôle, de telle sorte qu'il y en a constamment un au four. Ils reçoivent chacun 5 fr. 16 c. par semaine, ou 0 fr. 74 c. environ par jour.

Chaque pot de verrerie est desservi par un seul souffleur aidé de son apprenti, qui apporte les moules, enlève les pièces terminées, etc.

Le salaire des souffleurs ainsique celui des tailleurs de verre est de 0 fr. 47 c. par shock de verre travaillé. Le nombre des pièces qu'il faut pour former un shock varie suivant leur nature, et le taux est disposé de telle façon qu'un bon ouvrier peut aisément gagner 5 fr. dans 12 à 15 heures de travail.

En outre, dans les verreries où le tarif ci-dessus est établi, on est dans l'usage de concéder aux ouvriers, tant qu'ils sont occupés dans l'usine, une maisonnette en bois pour se loger, et un jardin potager assez étendu pour suffire à leurs besoins et leur permettre de nourrir une vache, sans être assujettis pour cela à aucune corvée ou autre dépendance seigneuriale; de telle sorte qu'il est extrêmement difficile de fixer d'une manière précise le salaire réel des ouvriers, et par suite le prix de revient des verres.

De la dépense en combustible. — Je donnerai

ici la consommation annuelle en combustible de chaque usine, en supposant qu'elle renferme, comme cela a généralement lieu, deux fours de fusion dans lesquels le travail et le chômage se succèdent de telle sorte qu'il y en ait constamment un qui soit en activité.

Dans les verreries du comte de Buquoi, où l'on emploie du bois sec non torréfié, on consomme annuellement 4550 stères de bois lorsqu'on fabrique du verre de gobeletterie ou des verres fins comme à *Silberberg*, et 5460 stères de bois lorsque l'on fabrique du verre à vitres comme à *Schwarzthal*, ce qui tient à ce que les pots de verrerie y sont un peu plus grands, et que la durée du travail étant moindre, on y fait un plus grand nombre de fontes par semaine.

Dans les usines de MM. Meyer, à *Winterberg* et *Leonorenhain*, où l'on torréfie légèrement le bois avant de l'employer au chauffage du four de verrerie, on consomme annuellement 4100 stères de bois, pour la fabrication des verres de gobeletterie et des verres fins, ce qui donne une économie de 1/10 sur la consommation de *Silberberg*. Cette grande économie sur le combustible tient évidemment à ce qu'il faut une certaine quantité de chaleur pour chasser l'eau hygrométrique du bois, et la vaporiser complétement, et que cette chaleur est prise, à Silberberg, sur celle développée dans le foyer du four de fusion, tandis que dans les verreries de MM. Meyer, ainsi que dans celles que nous citerons ci-après, elle est prise aux flammes perdues de ce même four.

A *Goldbrünn*, *Stachau* et *Vogelfanghütte* on consomme par jour 1st.,138 de bois, ou par an 4150 stères, résultat qui concorde d'une ma-

nière remarquable avec ceux obtenus dans les verreries de *Winterberg* et de *Leonorenhain*.

CHAPITRE IV.

FABRICATION DU VERRE DE GOBELETTERIE ET DES VERRES FINS.

Aussitôt que le verre produit dans la fonte précédente a été élaboré, on charge dans chaque creuset 70 kil. environ du mélange des matières premières, préalablement frittées, en prenant soin de mettre d'abord l'arsenic au fond du creuset. Ce mélange varie dans chaque usine d'une manière très-notable, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Quartz pulvérisé.	110	100	80	60	120	100	120	120	100
Potasse raffinée calcinée. .	»	»	»	»	»	30	60	70	55
Potasse fine calcinée . . .	64	»	28	»	60	»	»	»	»
Potasse commune calcinée.	»	»	»	60	»	»	»	»	»
Carbonate de potasse. . .	»	75	»	»	»	»	»	»	»
Chaux caustique.	24	50	18	24	25	18	»	10	»
Chaux carbonatée	»	»	»	»	»	»	24	»	8
Acide arsénieux.	»	»	$\frac{1}{4}$	2	$\frac{1}{8}$	»	»	$\frac{1}{2}$	»
Peroxyde de manganèse. .	»	»	$\frac{1}{4}$	»	2	»	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{4}$
Nitre.	»	»	$\frac{1}{4}$	»	2	»	2	1	»
Vieux verres cassés et triés.	»	»	»	»	»	»	»	»	50

(1) Verre blanc de gobeletterie, première qualité,

de *Schwarzthal*, on y ajoute un peu d'arsenic blanc, et très-peu de peroxyde de manganèse.

(2) Verre blanc de gobeletterie de *Neuwelt* (M. Perdonnet). On y ajouté une très-petite quantité de nitre, d'oxyde de manganèse et d'arsenic blanc.

(3) Verre de gobeletterie, très-blanc (M. Penhok).

(4) Verre de gobeletterie commune (M. Hermbstädt).

(5) Verre de gobeletterie de qualité supérieure (M. Hermbstädt).

(6, 7, 8 et 9) Verres fins, dits cristaux de Bohême, de diverses localités. Aux numéros 6, 7 et 9 on ajoute un peu d'arsenic blanc.

Dès que les pots de verrerie sont chargés, on active le feu, en mettant souvent et par petites quantités, à la fois du bois sur la grille. Peu à peu le mélange contenu dans les pots de verrerie entre en fusion, et il commence bientôt à se dégager du milieu de la masse fluide de très-petites bulles gazeuses; on continue à élever la température du four, et de temps en temps on agite la masse fondue avec un morceau de bois, dans le but de faciliter et d'activer le dégagement des bulles qui augmentent peu à peu de grosseur. L'ouvrier juge que la fusion approche de sa fin lorsqu'il ne se forme plus dans le verre que de rares et grosses bulles gazeuses; il cesse alors d'agiter le bain fluide, et le laisse reposer pendant une bonne heure, en laissant un peu tomber le feu, de telle sorte que le verre puisse prendre assez de consistance pour se laisser aisément travailler.

La fonte est alors terminée et le travail proprement dit commence.

Chaque pot de verrerie se trouve alors desservi

par un souffleur (*blaser*) et un apprenti (*lehrjunge*) comme nous l'avons déjà dit. Les cannes en fer dont ils se servent ont 1^{m},50 de long, pèsent 5 à 6 kilogrammes, et sont pourvues à leur extrémité d'un manchon en bois de 33 centimètres de long, destiné à en faciliter la manœuvre.

Comme le travail du verre est une chose très-difficile à expliquer, et que même l'on peut dire qu'il faut absolument le voir exécuter pour bien le comprendre, je crois pouvoir me dispenser d'entrer ici dans beaucoup de détails à ce sujet, certain d'être compris dans les remarques que je pourrai faire, par tous ceux qui ont étudié l'art de la verrerie.

Les formes ou moules que l'on emploie sont ordinairement faits de deux pièces, excepté dans des cas très-particuliers où l'on se propose de fabriquer des objets extrêmement simples, tels que verres à boire ordinaires, auxquels on ajoute souvent après coup une anse comme dans les verres à bière, tandis que le verre est encore assez chaud pour pouvoir se souder. Ces formes sont en bois, en argile, en laiton, ou en cuivre ; celles en fonte n'étant pas encore employées en Bohême. Les plus usitées sont celles en bois, que l'apprenti a soin de mouiller très-fréquemment, afin de prolonger leur durée, en les empêchant de prendre feu.

Par suite des dispositions précitées, il n'y a aucune division dans le travail, et le même ouvrier commence et termine les pièces ; aussi le travail s'exécute-t-il un peu moins rapidement qu'en France.

En résumé, la fonte du verre dure de 18 à 20 heures, et le travail proprement dit de 14 à 15

heures, ce qui fait en tout de 32 à 35 heures par opération. La perte par volatilisation est de 15 à 20 p. 0/0 et consiste en eau, acide carbonique, alcali. On obtient par pot, de 45 à 50 kilogrammes de verre façonné, non compris les déchets du travail même.

Le recuit des verres fabriqués se fait en les portant encore chauds, dans des creusets en argile de 15 millimètres d'épaisseur placés dans le four à recuire annexé au four de fusion, et dont les dimensions intérieures, sont les suivantes :

Diamètre à l'ouverture. .	0m,40
Diamètre au fond.	0m,40
Profondeur.	0m,50

Lorsqu'un de ces creusets est entièrement rempli, on le retire par l'une des portes du fourneau destinées à cet usage, et on le laisse refroidir lentement dans un coin de l'usine, en augmentant, autant que possible la durée du refroidissement, par l'addition d'un couvercle en tôle.

On conçoit aisément tout ce que ce procédé a d'imparfait, auprès des fours continus à recuire que l'on emploie actuellement en France dans la plupart de nos verreries, et dont l'usage ne s'est pas encore répandu en Bohême.

CHAPITRE V.

FABRICATION DES VERRES A BOUTEILLES.

Le verre à bouteilles de Bohême est très-peu coloré, et se vendrait très-mal dans le pays s'il avait la couleur vert foncé ou jaunâtre que présentent nos verres.

Dans la plupart des verreries, on le fabrique en refondant de vieux verres avec ceux qui s'écoulent sur la sole des fours de fusion, lorsqu'un pot de

verreries vient à se fissurer par vétusté ou par accident.

Dans quelques autres verreries, comme à celle de *Gross-Luckawitz* près *Chrudim*, on prépare le verre à bouteille avec du grès quarzeux très-friable appartenant à la formation du grès vert (*quadersandstein*) de Bohême et suffisamment blanc, de l'argile très-calcaire, sorte de marne tertiaire, très-récente et très-souvent recouverte par une formation de tourbe, et enfin avec du sel de Glauber (sulfate de soude), résidu de la préparation de l'acide nitrique dans la fabrique de produits chimiques établie au même endroit et appartenant au même propriétaire, M. le prince Auersperg. On ajoute en outre une certaine quantité de poussier de charbon pour réduire le sulfate de soude. Cette usine ne possède qu'un seul four de verrerie circulaire contenant six pots, dans chacun desquels la charge est d'environ 80 kilogrammes. La campagne de ces fours est de six mois, le chômage que nécessitent les réparations dure deux mois, et les ouvriers souffleurs ne sont pas payés à la pièce selon l'usage habituel, mais reçoivent chacun 1032 fr. par campagne du fourneau. Ils sont du reste exemptés de toute redevance ou corvée seigneuriale, pour le petit espace de terrain dont on leur abandonne la jouissance.

La fusion du verre a lieu tout à fait comme je l'ai décrit dans le chapitre précédent. Ensuite l'ouvrier souffleur prend au bout de sa canne une quantité de verre suffisante pour former une bouteille, en l'immergeant à plusieurs reprises dans le pot de verrerie, puis il souffle dans la canne, qu'il fait tourner en se guidant sur une barre de fer, tandis que l'apprenti appuie sur le

verre une plaque de bois qu'il trempe de temps en temps dans l'eau lorsqu'il la voit s'enflammer. Il y a près de l'ouvrier souffleur une bâche pleine d'eau, dans laquelle il puise de temps à autre avec le creux de la main pour refroidir sa canne lorsqu'elle s'échauffe trop fortement. Lorsque la pièce vient à se refroidir par trop, l'ouvrier la réchauffe en l'introduisant dans le four par l'ouverture qui est au-dessus du pot de verrerie, puis soutenant la canne sur un crochet en fer qui fait saillie en dehors de l'embrasure, il lui imprime un mouvement continuel de rotation pour empêcher la pièce de verre de fléchir, et de s'affaisser d'un côté ou de l'autre. Dès que celle-ci a acquis à peu près la forme et la grosseur voulues, l'ouvrier la termine en la plaçant dans un moule en bois, formé de deux pièces que tient l'apprenti, et l'y tourne rapidement en soufflant toujours. Quelquefois cependant l'on emploie un moule d'une seule pièce, comme cela se pratique presque toujours en France, mais ici le cas est beaucoup plus rare. Ordinairement aussi les bouteilles y ont un fond complétement plat.

Dès que la bouteille a pris la forme voulue, l'ouvrier la retire du moule, et son apprenti la saisit par le cul, à l'aide d'une canne portant à son extrémité une goutte de verre fondu. L'ouvrier détache alors la bouteille de sa canne, et en forme la tête, en appliquant un corps froid, et même en laissant tomber au besoin une goutte d'eau sur l'endroit qu'il veut couper. Il la fait ensuite réchauffer un peu par son apprenti puis étire un fil de verre autour du collet pour le renforcer.

La bouteille est alors terminée, et il ne reste plus qu'à la porter dans le four à recuire, qui, tan-

tôt est annexé au four de fusion, tantôt en est séparé comme à Gross-Luckawitz. Dans ce dernier cas, on l'entretient au rouge sombre pendant quatre à cinq heures après qu'il est plein, puis on ferme toutes les issues, et on l'abandonne à un refroidissement spontané. Pour nettoyer sa canne, l'ouvrier la trempe encore chaude dans l'eau froide, le verre qui était resté à l'extrémité s'étonne, et se détache ensuite complétement à l'aide d'un seul coup de marteau.

En résumé, dans la fabrication du verre à bouteille, la fonte dure 18 à 20 heures, et le travail du verre 8 à 10 heures, en tout 26 à 30 heures par opération.

CHAPITRE VI.

FABRICATION DU VERRE A VITRES.

Le mélange employé pour la fabrication des

	(1)	(2)	(3)	(4)
Quartz pulvérisé	60	60	60	100
Potasse fine calcinée	»	»	»	50
Potasse commune calcinée	40	»	17	»
Soude commune calcinée	»	36	17	»
Chaux caustique	»	»	6	»
Chaux carbonatée	5	5	»	80
Débris du travail du verre	100	100	120	»
Vieux verres cassés	100	100		
Nitre	»	»	»	2
Smalt de cobalt	»	»	»	1/5

verres à vitres, varie pour ainsi dans chaque usine, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par le tableau ci-dessus :

(1) et (2) Verre à vitres communs (M. Penhok).

(3) Verre à vitres blanc de *Schwarzthal* et *Paulina* près Gratzen.

(4) Verre à vitres très-blanc (M. Hermbstadt).

La fonte du verre n'offre rien d'assez particulier pour m'y arrêter ici. Dès qu'elle est terminée, chaque ouvrier souffleur prend à l'extrémité de sa canne, une quantité de verre variable avec la grandeur et l'épaisseur de la feuille qu'il veut fabriquer et la souffle en la balançant dans un plan vertical, de manière à lui donner la forme d'un cylindre allongé, terminé à ses deux extrémités par deux calottes hémisphériques, puis il achève de lui donner les dimensions voulues, dans un moule en bois d'une seule pièce. Il sépare ensuite la calotte antérieure par l'application d'un fer froid, puis réchauffe la pièce, et la balançant de nouveau en même temps qu'il imprime à la canne un mouvement de rotation sur elle-même, il lui donne la forme d'un cylindre ouvert à l'une de ses extrémités, et la sépare enfin de la canne à l'aide d'un fer froid, et, au besoin, par l'application d'une goutte d'eau.

Il nettoie ensuite la canne, et recommence le même travail.

Les cylindres ainsi soufflés, sont fendus dans toute leur longueur, dès qu'ils sont refroidis, à l'aide d'une vergette de fer portée au rouge, que l'on applique suivant une des génératrices du cylindre. On les introduit ensuite dans le four d'étendage (*streckofen*) en les faisant glisser peu à peu sur

deux longues tiges en fer (eisenstäng), jusque sur une plaque d'argile glissant sur chemin de fer. Là on les étend à mesure qu'ils se ramollissent par l'effet de la chaleur, et dès qu'ils sont complétement étalés sur la plaque d'argile on fait glisser celle-ci sur des ornières en fer jusque dans le four à recuire (*kuhlofen*) annexé au four d'étendage, et là on relève peu à peu la feuille de verre dès qu'elle est suffisamment refroidie pour ne plus se déformer, et on l'appuie sur une tringle en fer transversale que l'on peut mettre et ôter à volonté et qui repose sur des rainures pratiquées dans les parois latérales du fourneau.

Dès que le four à recuire est plein de feuilles de verre, on ferme toutes les issues et on le laisse refroidir lentement.

Des verres à vitres cannelés.—Outre les verres à vitres unis, on en fabrique beaucoup en Bohême qui sont cannelés, soit dans un seul sens, soit dans deux directions qui font entre elles un angle de 30° à 45° et présentent dans ce dernier l'aspect d'une suite de petits losanges accolés.

Ces verres ont le grand avantage de rendre inutile l'emploi des persiennes et des rideaux, en dispersant les rayons solaires au point qu'ils ne puissent plus incommoder, et en empêchant tout regard curieux ou indiscret de plonger dans l'intérieur des habitations.

Le cannelage de ces verres se fait lors du soufflage des cylindres. Pour les verres cannelés suivant une seule direction, il suffit d'employer des moules d'une seule pièce, tantôt en bois, tantôt en argile ou métalliques, et cannelés suivant leur longueur.

La seule différence dans le cas où l'on veut ob-

tenir deux systèmes croisés de cannelures, consiste dans l'emploi d'un moule plus compliqué, et formé de deux pièces que l'on sépare pour en retirer le cylindre.

Globes elliptiques. — Les globes de pendules, etc., qui ont une forme elliptique se font également par moulage, mais comme il faut insuffler à la fois une grande quantité d'air dans la canne, on se sert alors d'un procédé particulier inventé en France par un ouvrier de la fabrique de *Baccharach.* Ce procédé consiste dans l'emploi d'un manchon creux fermé par un bout, au fond duquel est fixé un ressort à boudin attaché par l'autre extrémité à un piston annulaire qui se meut dans l'intérieur du manchon, qu'il suffit de renverser sur la canne, et d'abaisser brusquement, pour y chasser tout l'air qu'il renfermait : on détache ensuite le globe de la canne, et après l'avoir recuit, on en termine l'ouverture par la taille.

CHAPITRE VII.

SUR QUELQUES ÉLABORATIONS PARTICULIÈRES DU VERRE.

Fabrication des tubes de verre à section intérieure circulaire.—Pour fabriquer les tubes cylindriques, l'ouvrier souffle d'abord un cylindre, comme dans la fabrication du verre à vitres, seulement, il lui donne une capacité intérieure moins considérable, et une plus grande épaisseur; puis, après l'avoir réchauffé, il en présente l'extrémité libre à son apprenti qui y fixe une seconde canne à l'aide d'une goutte de verre fondu, et tous deux l'étirent en s'éloignant rapidement l'un de l'autre. Cela fait, il ne reste plus qu'à diviser en tronçons le long tube obtenu, et ensuite à recuire ces

tronçons, dont le diamètre et l'épaisseur dépendent de la quantité de verre employée, du rapport du vide ou plein dans le cylindre soufflé, et enfin du plus ou moins d'étirage qu'on lui a fait subir.

Fabrication des tubes de verre à section méplate intérieure.—Depuis quelques années en emploie beaucoup dans la fabrication des thermomètres à mercure, des tubes capillaires à section intérieure méplate, qui permettent d'obtenir un instrument très-sensible, puisque la section du tube est très-faible par rapport à celle du réservoir, quoique celui-ci ne renferme que très-peu de mercure; et dans lequel cependant on distingue d'une manière très-nette le niveau du mercure, en les regardant normalement au grand diamètre de la section.

Pour fabriquer ces tubes, l'ouvrier verrier prend au bout de sa canne une certaine masse de verre sans la souffler, et en forme une espèce de boudin qu'il présente à son apprenti; celui-ci le saisit par l'extrémité avec une paire de petites pinces qu'il tient d'une main, tandis que de l'autre il y enfonce dans le sens de la longueur une sorte de couteau tranchant des deux côtés, en ayant soin d'élargir l'ouverture dont il saisit ensuite l'autre lèvre avec une seconde paire de pinces et étire ensuite le tout en s'éloignant en ligne directe et sans tourner le verre comme s'il s'agissait d'un tube ordinaire.

1/4 à 1/8 du tube ainsi obtenu est bien calibré et propre à être livré au commerce; seulement il arrive très-souvent que le creux ne se trouve pas exactement au milieu du tube, ce qui est d'ailleurs un très-léger inconvénient quand il ne s'en éloigne pas beaucoup.

Fabrication des cristaux par moulage et par pression. — Il n'y a que très-peu de verreries en Bohême qui fabriquent des cristaux par moulage et par pression; aussi n'aurai-je que peu de choses à dire à ce sujet.

La principale usine où l'on emploie ce procédé est celle de *Winterberg*; on y fait venir d'Angleterre et de France les moules en laiton que l'on emploie, et les objets que l'on y fabrique sont de beaucoup inférieurs aux produits de nos verreries; cela tient surtout à deux causes que je crois devoir signaler ici, savoir : 1° à ce que les verres ou cristaux de Bohême sont beaucoup moins fusibles et moins propres au moulage que nos verres plombeux.

2° A l'emploi de moules en laiton, qui sont à présent, presque en totalité, remplacés dans nos bonnes verreries, par des moules en fonte, qui, outre l'avantage d'une plus longue durée, sont susceptibles de recevoir un bien plus beau poli, et on remarque à peine, sur les verres qu'ils ont servi à fabriquer, les stries si frappantes et si visibles sur les objets confectionnés à l'aide de moules en laiton.

Fabrication des verres de montre. — On souffle d'abord des boules de verre de grandeur et d'épaisseur variables, suivant la convexité et l'épaisseur des verres que l'on veut fabriquer; puis, on promène autour d'un verre modèle que l'on applique sur la boule, le tuyau d'une pipe de terre rougi au feu, il suffit ensuite du plus léger choc pour détacher le verre, que l'on termine plus tard sur une meule.

CHAPITRE VIII.

VERRES COLORÉS.

On distingue dans les verres colorés, ceux qui le sont dans toute l'étendue de leur masse, et ceux qui ne le sont qu'en partie.

Pour préparer les premiers, on introduit la matière colorante dans le pot de verrerie.

Il n'en est pas de même dans le second cas employé, surtout pour les couleurs les plus chères et les plus difficiles à préparer, et dans trois élaborations particulières aux verres colorés, lesquelles consistent :

1° A fabriquer des vases colorés ou incolores, avec un pied ou support de couleur différente.

2° A former les vases d'une couche intérieure très-mince et fortement colorée, et d'une couche extérieure de verre blanc, que l'on enlève ensuite par places par la taille, sans que pour cela l'objet cesse d'avoir une teinte uniforme.

3° A former les vases d'une manière inverse, c'est-à-dire d'une couche intérieure blanche et d'une extérieure plus ou moins épaisse et colorée, que l'on enlève ensuite par places en tout ou en partie, de manière à obtenir un verre qui présente, y compris le blanc, toutes les nuances de la couleur employée.

Pour arriver à ces résultats, il suffit, dans le premier cas, de souder le cul du vase de verre à un boudin de verre coloré, fixé à l'extrémité d'une seconde canne; puis, de séparer l'objet de la première canne et de le terminer comme à l'ordinaire; dans le second cas, on plonge successivement la canne dans un pot de verre coloré et dans

un pot de verre blanc, et on fait l'inverse dans le troisième cas.

Comme nous l'avons déjà dit, il existe certains verres colorés qui ne se préparent pas en pot, mais bien sous la forme de rouleaux de couleur très-foncée, ayant environ 3 centimètres de diamètre, sur 30 centimètres de long. Ils sont plus fusibles que le verre blanc, et tels qu'ils fondent à la température nécessaire pour fondre complétement un mélange de 64 parties de verre blanc et de 1 partie de peroxyde de manganèse. Lorsqu'on veut se servir de ces rouleaux, on en casse un morceau proportionné à la pièce que l'on veut fabriquer, puis, le fixant à l'extrémité d'une canne, on le ramollit dans le four de fusion, et on le travaille comme il a été dit ci-dessus.

Ces préliminaires étant posés, je vais passer à la description des diverses matières qui servent à colorer les verres.

Rubis. — La fabrication de cette couleur, qui est extrêmement difficile à préparer et ne s'emploie qu'en rouleau, est encore enveloppée de quelque obscurité. Toutes les usines que j'ai visitées tirent cette couleur de la fabrique de M. Meyer, à *Stubenbach*, près *Berg-Reichenstein.*

Selon un fabricant du Riesengebirge, le verre dont on se sert pour faire les pains de couleur rubis, et qui porte le nom de *schmelze*, se compose de :

Silice.	500
Minium.	800
Nitre.	100
Potasse calcinée.	100

On prépare ensuite une dissolution d'or en trai-

tant à chaud 10 gr. d'or fin par 180 gr. d'eau régale. On met ensuite, après que tout est dissous, la liqueur dans un vase dont la capacité soit d'un litre, et on achève de le remplir d'eau régale. On verse ensuite le tout dans un second vase gradué, et on y ajoute cinq fois son volume d'eau. Cela fait, on mélange intimement :

512 gr. de schmelze.	réduits en poudre très-ténue,
48 gr. de borax prismatique.	
3 gr. d'oxyde d'étain. . . .	
3 gr. d'oxyde d'antimoine. .	

Et 1/80e de la dissolution préparée comme il est dit ci-dessus.

Puis on chauffe le tout pendant 12 à 14 heures dans un creuset ouvert placé dans un four de verrerie, et on laisse ensuite refroidir le creuset dans un four à recuire. Lorsqu'il est refroidi, on le casse et on en retire la couleur. Il n'est pas nécessaire, comme le prétendent quelques fabricants, d'employer des creusets couverts.

Si l'on met plus d'acide qu'il n'est indiqué ci-dessus, on attaque les creusets, mais la couleur est plus solide.

Le pourpre de Cassius n'est que mécaniquement mélangé dans le verre, et si l'on refond ce dernier, il devient souvent mat, et il s'y forme des stries qui ne sont autres que des particules extrêmement ténues d'or réduit. Dans certains cas, il faut porter la quantité d'oxyde d'étain qui entre dans le mélange ci-dessus, à 2 ou 4 grammes. Le premier de ces mélanges s'emploie surtout pour les grandes pièces qui doivent être longtemps travaillées au feu; le second, pour les objets petits et minces. Cependant, comme ce procédé ne réussit pas toujours, la plupart des

fabricants préfèrent, comme je l'ai dit, acheter à l'essai cette couleur toute faite, à d'autres fabricants qui ne s'occupent que de ce genre d'industrie. L'antimoine ne paraît ici que donner plus d'éclat au verre, sans le colorer aucunement.

D'après le directeur d'une des verreries limitrophes de la Bohême, on obtient ainsi qu'il suit la plus belle couleur *rubis* : on dissout à chaud un gramme d'or fin dans une eau régale composée de

12 gr.	d'acide muriatique;
12	d'acide nitrique;
1	de sel ammoniac.

On dissout d'un autre côté, et également à chaud, 1 gr. d'étain dans une eau régale composée de :

20 gr.	d'acide nitrique;
6	d'acide muriatique.

Il va sans dire que l'or et l'étain doivent être préalablement réduits en feuilles très-minces par le battage et coupés à l'aide de ciseaux en très-petits fragments. On verse ensuite les deux dissolutions obtenues dans un grand flacon contenant déjà 500 grammes d'eau de source limpide, et on mêle intimement le tout en agitant bien le flacon après l'avoir bouché. Le précipité rouge de pourpre de Cassius, qui se forme dans la liqueur, est lavé et séché avec soin.

On prépare ensuite un verre particulier en mélangeant ensemble

40	parties de quartz étonné très-pur.	Finement pulvérisés et passés au tamis de soie.
16	— de nitre.	
8	— de borax.	
1	— d'arsenic blanc.	
1	— de crème de tartre.	

et une quantité plus ou moins grande de pourpre de Cassius, selon que l'on veut obtenir une nuance plus ou moins foncée. Ce mélange est introduit dans un pot d'argile fait exprès, non verni et dont la capacité soit d'environ 5 litres, ou tout aussi bien dans un pot de verrerie ordinaire; puis chauffé soit dans le four de verrerie, soit dans un petit four fait exprès, en ayant soin d'agiter incessamment les matières jusqu'à ce qu'elles aient atteint le rouge sombre. On recouvre alors le pot et on continue à le chauffer pendant quelque temps. Lorsque la masse est parfaitement fondue, et qu'elle ne présente plus de bulles, on retire le pot, et après l'avoir laissé refroidir 5 à 6 jours dans une cave, on le casse et on sépare avec soin le verre obtenu, des esquilles étrangères qu'il pourrait contenir, puis on le bocarde et on le tamise.

Si maintenant l'on fond ensemble, dans un petit creuset placé dans le four de verrerie, le mélange suivant :

128 parties de quartz pur pulvérisé.
64 — de nitre.
3 — de borax.
3 — d'arsenic blanc.

et qu'ensuite on verse dans l'eau froide le verre obtenu, puis qu'on le bocarde et qu'on le passe au tamis, qu'on le mélange après avec le verre coloré, préparé comme il a été dit ci-dessus, et qu'on le fonde enfin dans un creuset de verrerie, on obtiendra un verre qui, travaillé en pièces dont l'épaisseur ne dépasse pas 4 à 5 millimètres, prend une belle couleur *rubis* lorsqu'on l'expose à la fumée que donne en brûlant l'écorce du sapin (*tanne*) ou celle de l'aulne (*erle*).

Rubis de Bohême. — On prépare en outre, en Bohême, une couleur rubis particulière, qui s'emploie également en plaqué, et qui a reçu le nom de *rubis de Bohême.* On la prepare en fondant ensemble :

Quartz pulvérisé et fritté. . . .	100
Minium	150
Potasse frittée.	30
Borax fritté.	20
Sulfure d'antimoine.	5
Peroxyde de manganèse.	5
Or détonant broyé avec de l'huile de térébenthine. . . .	5

Si on met un peu plus d'or détonant, on obtient une magnifique couleur rubis.

L'or détonant ou fulminant, se prépare en précipitant la dissolution d'or dans l'eau régale par un excès d'ammoniaque caustique, et agitant quelque temps la liqueur. Le précipité est ensuite recueilli sur un filtre et lavé rapidement avec de l'eau bouillie et légèrement ammoniacale, puis desséché à une très-basse température. On obtient ainsi une poudre d'un jaune brun foncé, très-détonante, et dont le maniement exige beaucoup de précautions.

Rouge ancien, dit *kirschroth* (rouge cerise). — Cette couleur s'emploie ordinairement en plaqué. On la produit avec de l'oxydule de cuivre que l'on maintient à l'état d'oxydule par l'addition d'une égale quantité de protoxyde d'étain.

On ajoute aussi une petite quantité d'oxyde de fer, lorsqu'on veut faire passer la couleur au *rouge de feu.* Il faut alors diminuer la proportion de l'oxyde d'étain qui, quelquefois même, disparaît entièrement, comme dans un très-beau verre rouge antique, trouvé à Caprée, dans la

villa de l'empereur Tibère, et qui a donné à l'analyse :

Silice.	71,0
Protoxyde de plomb.	14,0
Oxydule de cuivre.	7,5
Peroxyde de fer.	1,0
Alumine.	2,5
Chaux.	1,5
	97,5

Quelquefois on se contente de colorer le verre par l'oxyde de cuivre, puis on enfume les objets travaillés, et on leur donne ainsi bientôt une couleur d'un rouge foncé.

Bleu. — La couleur bleu céleste s'obtient par l'oxyde de cuivre seul. Le bleu de cobalt par l'oxyde de cobalt ou le smalt.

Violet améthiste. — La couleur violet améthiste s'obtient par l'oxyde de manganèse mélangé d'un peu de nitre.

Jaune. — On distingue cinq jaunes différents qui se préparent ainsi qu'il suit :

1° *Jaune topaze.* Se prépare avec du poussier de charbon.

2° *Jaune d'antimoine.* Se prépare avec un mélange de verre d'antimoine et de minium.

3° *Jaune orangé.* Se prépare avec du verre d'antimoine, du minium, et un peu d'oxyde de fer.

4° *Jaune particulier* très-cher, qui se prépare avec le chlorure d'argent, et ne s'applique qu'en couverte très-mince, comme une sorte d'émail, il faut ensuite enfumer le verre pour faire paraître la couleur.

5° *Jaune verdâtre*, qui produit beaucoup d'effet en plein jour, mais qui paraît d'un blanc

jaunâtre, sale à la lumière d'une lampe ou d'une chandelle.

Ce jaune se prépare avec l'oxyde d'urane jaune du commerce, mais comme ce dernier contient *toujours* des traces de fer, le verre jaune obtenu présente toujours dans la tranche une légère teinte verdâtre.

Vert. — On distingue quatre sortes de vert.

1° *Vert d'herbe*; qui s'obtient par l'oxydule de chrôme, ou un mélange de verre d'antimoine et d'oxyde de cobalt.

2° *Vert bouteille.* Se prépare avec l'oxyde de fer.

3° *Ancien vert émeraude.* Se prépare avec de l'oxyde de cuivre, mélangé d'un peu de battitures de fer.

4° *Nouveau vert émeraude.* Cette couleur, beaucoup plus belle que la précédente, se prépare avec un mélange d'oxydes de nickel et d'urane.

Noir. — Le noir se prépare avec :

Peroxyde de manganèse, } parties égales.
Oxyde de cuivre, }
Oxyde de cobalt, }

ou bien avec un mélange de

Battitures de fer;
Peroxyde de manganèse,
Oxyde de cuivre ou de cobalt.

Hyacinthe. — La couleur hyacinthe s'obtient avec beaucoup d'oxyde rouge de fer ou d'oxyde de nickel.

CHAPITRE IX.

DES VERRES A PATINS.

Le verre blanc laiteux, jouant l'albâtre ou

l'opale, se prépare comme le verre blanc fin, auquel on ajoute seulement une quantité plus ou moins grande de poudre d'os calcinés, selon que l'on veut obtenir un verre plus ou moins opalin.

On fabrique aussi en Bohême beaucoup de verres opalins colorés en vert. Autrefois on les préparait en ajoutant au verre blanc une certaine quantité de :

Poudre d'os calcinés,
Oxyde d'urane jaune,
Oxyde de fer (battitures).

Cette couleur s'altère à la longue à la lumière solaire. Depuis quelques années on la remplace à Winterberg et à Silberberg par une couleur plus belle due à un mélange de

Poudre d'os calcinés,
Oxyde jaune d'urane,
Oxyde de nickel.

L'oxyde d'étain n'est employé que dans la fabrication des émaux, parce qu'il est beaucoup plus cher que la poudre d'os calcinés (phosphate de chaux des os), et qu'il en faut une bien plus grande quantité pour produire le même effet.

CHAPITRE X.

DE L'HYALITHE.

On donne le nom d'*hyalithe* à un verre complétement opaque, habituellement noir, qui se distingue par une dureté et un éclat vraiment remarquables, et se marie très-bien avec l'or. On peut sans nul inconvénient l'employer à la fabrication de vases, destinés à renfermer des liqueurs bouillantes, tels que théières, tasses à café, etc., sans craindre qu'il lui arrive de se rompre.

On l'a fabriqué pour la première fois en 1820, dans l'usine de *Georgenthal* près *Gratzen*, et M. le comte de Buquoi, qui a inventé ce beau produit, s'en est assuré la propriété par un brevet d'invention.

Pour préparer le verre noir, on ajoute aux éléments du verre blanc une certaine quantité de

Scories de forge pauvres pulvérisées,
Poussier de charbon en certain excès,
Poudre d'os calcinés.

Souvent il arrive, ou que la fusion du verre n'est pas complète et qu'il est encore bulleux, ou que le mélange ou le dosage des matières n'est pas bien fait; il faut alors étonner le verre obtenu, le bocarder de nouveau, et le refondre après y avoir ajouté ce qui pouvait y manquer. On peut remplacer les scories de forge par du basalte ou de la lave. Si on n'ajoute pas assez de charbon, le verre prend une couleur verte plus ou moins foncée, et par la taille présente des bigarrures très-régulières. Il en est de même de l'hyalithe jaune brun plus ou moins foncé, que l'on obtient en remplaçant les scories de forge par les scories du travail au fourneau à manche de la galène argentifère de *Gutwasser* près *Budweis*.

On obtient aussi de l'hyalithe rouge avec de la poudre d'os calcinés, de l'oxyde de cuivre et du charbon, etc., et toutes ces variétés sont susceptibles de se marbrer par la taille.

La coloration en noir de l'hyalithe peut probablement s'expliquer comme il suit :

En présence d'un excès de silice l'oxyde de fer n'est pas réduit, il est seulement ramené par le charbon à l'état de protoxyde, et tend à colorer

le verre en vert foncé. L'excès de charbon, probablement par suite de la transformation en sulfures de la petite quantité de sulfates alcalins qui se trouve dans le verre, tend de son côté à le colorer en jaune topaze plus ou moins foncé, passant même dans certains cas au rouge pourpre.

Or l'on sait qu'on peut obtenir du noir par le mélange du vert et du rouge; la difficulté seule consiste donc à employer des proportions convenables d'oxyde de fer et de charbon.

Si la quantité de charbon est insuffisante, l'hyalithe prendra une couleur verdâtre et sera composée de zones concentriques ayant des nuances différentes que l'on mettra en évidence par la taille. Doit-on attribuer la formation de ces zones à une dévitrification analogue à celle que présentent beaucoup de laitiers de hauts-fourneaux; à une oxydation, ou à une réduction qui se propage de l'extérieur à l'intérieur pendant le travail et le recuit; c'est ce qu'on ne saurait décider sans quelques essais qui n'ont pas été faits.

Tout ce que nous venons de dire relativement à l'hyalithe noire et à l'hyalithe verte marbrée, s'applique de même aux autres hyalithes, et en résumé on peut dire que l'hyalithe est propre à remplacer la porcelaine dans un grand nombre de cas, jouit de beaucoup plus d'éclat, et est susceptible de recevoir un poli parfait.

CHAPITRE XI.

FABRICATION DES VASES EN FONTE ÉMAILLÉE.

La poterie en fer et surtout celle en fonte émaillée sont d'un usage très-répandu en Allemagne dans l'économie domestique.

Pour émailler ces vases, on les décape aussi bien que possible avec l'acide sulfurique faible, puis on les lave à l'eau froide et on les trempe dans une bouillie faite avec :

Du quartz préalablement fondu avec du borax, Du feldspath ;	réduits en poudre impalpable ;

De l'argile exempte de fer, et obtenue par la végétation ;
Et assez d'eau pour en former une bouillie assez claire.

On saupoudre ensuite ces vases à l'intérieur avec un sac de toile renfermant un mélange très-finement pulvérisé de :

Feldspath,
Carbonate de soude,
Borax,
Et un peu d'oxyde d'étain.

Il ne reste plus alors qu'à faire sécher les pièces et à les chauffer au feu d'émail.

La couverte que l'on obtient est très-blanche, résiste à l'action du feu sans se fendiller, et est complétement inaltérable par les dissolutions acides ou alcalines.

CHAPITRE XII.

DE LA TAILLE DES VERRES.

Tous les verres fins dits cristaux de Bohême sont taillés. On se sert à cet effet de roues verticales en fer, en pierre ou en bois, mues avec le pied des ouvriers, ou plus souvent par une roue hydraulique, et l'intermédiaire de courroies sans fin.

Les meules en fer servent à dégrossir les pièces, l'eau y arrive continuellement à l'aide d'un sabot placé au-dessus ; et au-dessous il y a un baquet contenant du sable que l'ouvrier prend avec la

main pour le jeter sur la meule, etc. Les pièces sont ensuite passées sur des meules en grès, puis sur des meules en bois, d'abord avec les boues des sables précédemment employés, puis avec de l'émeri de plus en plus fin, et enfin on les termine avec de la potée d'étain que l'on met souvent sur une meule à sec environnée d'un drap enduit de potée d'étain.

Depuis quelques années on fabrique beaucoup d'objets mi-polis, mi-mats. Les parties mattes s'obtiennent en dégrossissant par places le verre sans le polir. On emploie aussi souvent dans ce but ou pour graver sur verre l'acide hydrofluorique liquide ou gazeux que l'on prépare avec:

2 p. en poids de spath fluor,
4 p. d'acide sulfurique concentré.

On prend alors soin de recouvrir tout le verre d'un vernis formé de :

4 p. de cire,
1 p. d'essence de térébentine,

que l'on enlève ensuite au burin dans les points que l'on veut attaquer.

CHAPITRE XIII.

SUR L'ART DE DORER, ARGENTER, PLATINER ET INCRUSTER LES VERRES.

Dorure.—Pour dorer les verres, on prend de l'or à peu près fin que l'on dissout dans l'eau régale, puis que l'on précipite de sa dissolution par de la potasse caustique, ou mieux par du sulfate de protoxyde de fer, auquel cas la pureté de l'or primitivement employé est tout à fait indifférente. Le précipité qui se forme est recueilli sur un filtre, bien lavé à l'eau bouillante, complétement

desséché, puis mêlé avec un peu de borax calciné et finement pulvérisé, et le tout est réduit en bouillie épaisse avec un peu d'essence de térébenthine. C'est cette bouillie que l'on applique à l'aide d'un pinceau sur les verres; ceux-ci sont ensuite portés dans un feu de moufle à une température assez élevée pour volatiliser complétement l'essence de térébenthine et vitrifier le borax. L'or se trouve ainsi solidement fixé sur le verre et et il ne reste plus qu'à lui donner le bruni, ce qui se fait d'abord avec un polissoir de sanguine, puis avec un brunissoir en agate.

On dore surtout les verres rouges et noirs, l'hyalithe, et quelquefois les verres bleus et verts.

Argenture. — L'argenture se pratique absolument de la même manière que la dorure. On prépare la poudre d'argent dont on a besoin en précipitant le nitrate d'argent par un barreau de cuivre.

L'argent se marie surtout très-bien avec les verres opalins blancs, verts et bleus.

Platinure.—La platinure est beaucoup moins usitée que l'argenture et la dorure, et s'exécute de même en ayant soin de remplacer les poudres d'argent ou d'or par du chlorure double de platine et d'ammoniaque bien lavé. La couleur du platine s'approche plus du blanc d'acier que du blanc d'argent.

Incrustation.—L'art d'incruster le verre paraît avoir été inventé en Bohême, il y a environ six siècles; il s'était ensuite entièrement perdu et n'a été retrouvé que depuis peu. On incruste actuellement dans beaucoup de verres, lors de leur travail, de petites figures en argile blanche qui ont ensuite, à s'y méprendre, le reflet et l'apparence de l'argent mat.

et de hauteur variable suivant l'épaisseur à donner à la glace, entre lesquelles on coule le verre.

On aplanit ensuite la surface de la masse coulée lorsqu'elle est encore à l'état de mollesse, à l'aide d'un rouleau creux en fonte alesée à axe en fer de $0^m,52$ de diamètre qui s'appuie sur les règles en fer latérales, et pèse de 300 à 450 kilogrammes, selon la grandeur et l'épaisseur des glaces coulées; on pousse ensuite la glace et la table qui la supporte dans un four à recuire préalablement chauffé au rouge sombre, où on la laisse se refroidir très-lentement.

Polissage des glaces.—Les glaces soufflées ou coulées doivent être polies avant d'être soumises à l'étamage. Ce polissage exige un dégrossissage préalable qui s'exécute en frottant deux glaces l'une contre l'autre avec l'intermédiaire de sable de rivière ou de quartz étonné et pulvérisé, ou bien même simplement de granit bocardé; à cet effet, les glaces sont fixées avec du gypse sur des plateaux de calcaire lithographique que l'on tire de Nuremberg.

Une roue hydraulique imprime un mouvement de va-et-vient aux plateaux supérieurs qui sont susceptibles de tourner sur eux-mêmes, et glissent sur les plateaux inférieurs qui sont fixes. Le seul travail de l'ouvrier consiste à imprimer de temps en temps un mouvement de rotation aux plateaux supérieurs, et agiter sur les plateaux inférieurs avec une truelle en bois un mélange d'eau et de sable.

Il va sans dire que l'on doit employer des sables de plus en plus fins, à mesure que l'opération avance.

Un seul ouvrier peut desservir deux grandes glaces, ou bien quatre petites.

Le polissage des glaces dégrossies s'exécute en les faisant frotter avec une rangée de petits plateaux de calcaire de Nuremberg, au nombre de quatre ou de huit, suivant la grandeur des glaces à polir, et garnis, sur la partie frottante, de feutre enduit de colcothar.

Étamage des glaces.—Pour étamer les glaces, on se sert d'une grande plaque de calcaire lithographique de Nuremberg bien polie, sur laquelle on étend d'abord une feuille d'étain à l'aide d'un tampon en bois, puis on la nettoie avec une patte de lièvre, et on y verse du mercure en excès que l'on étend avec la même patte, jusqu'à ce que la feuille soit entièrement amalgamée.

Pendant cette opération, une partie du mercure s'écoule, et est recueillie dans une table à rebords qui supporte la plaque de calcaire.

On fait ensuite glisser la glace à étamer sur le bord de la pierre lithographique, et on finit par la coucher sur la feuille d'étain qui s'y attache. On recouvre alors la glace avec des plateaux de calcaire lithographique (enveloppé de toile pour ne pas la rayer), afin de la débarrasser, par pression, de la plus grande partie du mercure excédant.

24 heures après, on enlève le tout, et on porte la glace à l'étage supérieur de l'atelier, où on la place sur des trumeaux d'abord horizontaux, que l'on incline ensuite peu à peu jusqu'à ce que la glace ait pris une position verticale. Elle reste encore ainsi quelques jours et peut alors être livrée au commerce.

La durée totale de l'étamage varie de 2 à 4 semaines, suivant la grandeur des glaces à étamer.

CHAPITRE XV.

COUP D'ŒIL STATISTIQUE SUR LES VERRERIES DE LA BOHÊME.

Les verreries de la Bohême peuvent se partager en 3 groupes bien distincts; les deux premiers, situés l'un au nord dans le *Riesengebirge*, l'autre au sud dans le *Böhmerwaldgebirge*, s'occupent de la fabrication des verres proprement dits, tandis que le troisième, situé à l'ouest, dans la partie du Böhmerwaldgebirge attenante à la Bavière, ne renferme guère que des fabriques de glaces soufflées. En résumé, il y a en Bohême :

1 fabrique de glaces coulées (*Deffernick*);

31 fabriques de glaces soufflées, dont 7 font en outre de la gobletterie, et 67 verreries proprement dites, dont :

13 fabriquent du verre à vitres;

15 — de la gobletterie fine ou des cristaux de Bohême;

1 — de l'hyalithe (*Georgenthal*);

1 — du verre de composition (*Josephthal*);

1 — du flintglass (*Neuwelt*);

Et 5 où l'on se sert du moulage par pression.

Il existe, en outre, dans le nord de la Bohême, principalement aux environs d'Hayda, un très grand nombre de petits établissements, qui s'occupent, soit de la taille et de l'élaboration des verres qu'ils achètent bruts aux usines, soit surtout, de la fabrication des fausses perles formées de petites boules creuses en verre, dans lesquelles on introduit une dissolution d'écailles d'ablettes dans l'éther. Ces diverses élaborations du verre font vivre plus de 30,000 personnes.

NOTE

Sur le Dipyre ;

Par M. Achille DELESSE, Aspirant-Ingénieur des mines.

DIPYRE.

MM. Gilet de Laumont et Charpentier (1) ont donné le nom de *dipyre* à une substance très-rare qui se trouve près de Mauléon, dans le terrain de transition des Pyrénées; mais, jusqu'à présent, cette substance n'avait pas été regardée par tous les minéralogistes comme une espèce bien déterminée, et quoiqu'elle eût pour elle l'autorité d'Haüy, on conservait des doutes sur son existence. Du reste, il n'est pas étonnant qu'il en ait été ainsi, car le plus souvent dans les cabinets de minéralogie on a donné le nom de *dipyre* à des substances minérales très-différentes, et d'un autre côté, la seule analyse qu'on eût, avait été faite par Vauquelin sur une très-petite quantité de matière et était inexacte.

En étudiant la collection de l'École des mines de Paris, qui renferme de nombreux échantillons de *dipyre*, remis pour la plupart par les personnes qui ont établi cette espèce minérale, on reconnaît deux variétés qui se distinguent surtout par leur gangue.

Une première variété, qu'on trouve près du Gave et à Libarens, est généralement cristallisée en prisme droit, à base carrée; quelquefois ses cristaux sont transparents et ont un éclat vitreux,

(1) Charpentier, Essai sur la constitution géologique des Pyrénées.

quelquefois au contraire ils paraissent éprouver un commencement de décomposition, et ils se désagrégent avec facilité; dans ce dernier cas ils sont ordinairement accompagnés par la *chlorite* et par le *quartz cristallisé* (voir *Annales de chimie et de physique*, décembre 1843), qui se trouvent dans le calcaire argileux de Libarens; la gangue est un talc argenté, verdâtre ou rougeâtre, contenant un calcaire, lequel peut devenir tout à fait prédominant; il y a aussi un peu d'amphibole vert clair.

La deuxième variété se trouve à Mauléon et aussi, d'après M. Charpentier, sur les bords du Lès (Ariége), dans une pâte argileuse dont la couleur est brune, jaune ou gris noirâtre; cette espèce d'argile est très-onctueuse au toucher, surtout quand elle est jaune; elle contient alors une grande quantité de talc à un état de division extrême; elle renferme aussi de petits cristaux dodécaèdres de pyrite de fer, qui sont souvent décomposés et attirables au barreau aimanté: lorsqu'on la met dans l'eau, elle donne une odeur nauséabonde; du reste, elle se laisse assez facilement désagréger, surtout quand l'eau est chaude; on peut alors en extraire facilement les cristaux de dipyre, qui se rapportent ordinairement à la variété périoctogone de Haüy, et sont répandus en très-grande quantité dans la masse. On y trouve aussi des prismes à base carrée qui sont formés par l'agglomération irrégulière de petits cristaux octogonaux de dipyre.

Propriétés physiques.

L'examen de ces deux variétés de dipyre m'a montré qu'elles ne présentent aucune différence dans leurs propriétés physiques ou chimiques: les cristaux sont des prismes quadrangulaires dont la

base paraît être un carré ou de petits prismes octogones arrondis à leurs extrémités, et qui ressemblent à de l'orge perlé; la section perpendiculaire à la longueur de ces prismes présente un octogone dont la longueur est à peu près double de la largeur. On observe des clivages faciles parallèlement au grand et au petit côté de l'octogone ou aux plans diagonaux : il y en a aussi un perpendiculairement à la longueur du prisme, et même deux autres parallèles aux faces primitives. En mesurant au goniomètre à réflexion l'angle de l'octogone sur des cristaux aussi brillants que possible, on a trouvé qu'il était celui de l'octogone régulier; mais dans cette mesure l'erreur peut atteindre un demi-degré : quoi qu'il en soit, le dipyre paraît cristalliser dans le système du prisme quadrangulaire droit.

Il est dur, il raye le verre et il se casse facilement; dans sa cassure, aussi bien que sur ses faces, il présente un éclat vitreux.

Sa densité est de 2,646.

Au chalumeau, le dipyre perd sa transparence et il fond avec un léger bouillonnement en un verre blanc et bulleux : dans le tube fermé, il se dégage une très-petite quantité d'eau hygrométrique qui n'altère pas la couleur des papiers réactifs : avec le sel de phosphore, la fusion a lieu avec facilité, et on voit nager dans la perle un squelette de silice; avec le carbonate de soude, il fond aisément et donne un verre limpide. Chalumeau.

Il ne s'attaque que difficilement par les acides même concentrés, et encore pour cela faut-il qu'il soit réduit en poudre extrêmement fine. Composition chimique.

L'analyse qualitative du dipyre m'a appris qu'il n'éprouvait par la chaleur qu'une perte très-

faible qui s'élève *au plus* à un millième de son poids; comme Vauquelin donne 2 p. 0/0 d'eau dans son analyse, je me suis assuré de ce fait par plusieurs calcinations, et j'ai toujours obtenu le même résultat; la perte qu'éprouve le dipyre par calcination est donc insignifiante; cependant après cette opération les propriétés du minéral ont changé; il a perdu sa transparence, il est devenu d'un blanc de lait; il raye très-facilement le verre, sans rayer toutefois le quartz ni le feldspath; enfin il se laisse difficilement réduire en poudre.

Plusieurs minéralogistes ayant annoncé que le dipyre contient du fluor, j'ai fait une attaque particulière par le carbonate de soude d'après le procédé de M. Berzélius, et en opérant avec toute la précision que comporte ce procédé, mais je n'ai pas obtenu de fluorure de sodium, et il m'a été impossible de trouver du fluor dans la liqueur. L'analyse qualitative m'a donné seulement de la silice, de l'alumine, de la chaux, quelquefois une trace de magnésie, de la soude et un peu de potasse; la magnésie n'a été trouvée que dans une seule expérience, elle me paraît devoir provenir de parcelles de talc qui n'auraient pas été complétement enlevées par le lavage; quant aux alcalis, il y en a une quantité très-notable, j'ai reconnu la présence de la soude par la formation du chlorure de sodium cristallisant en cubes, et celle de la potasse par le chlorure de platine; cette dernière base était assez difficile à constater, car elle ne se trouve qu'en très-petite quantité, mais je me suis assuré d'une manière positive qu'elle existe dans le minéral par la propriété qu'a le carbonate alcalin d'attirer l'humidité de l'air.

L'analyse quantitative du dipyre a été faite par quatre expériences différentes :

Dans la première, j'ai attaqué le minéral par le carbonate de potasse, j'ai dosé exactement la silice, puis j'ai déterminé approximativement les quantités d'alumine et de chaux ; dans deux autres expériences, j'ai attaqué le minéral porphyrisé par cinq fois son poids de carbonate de baryte en le chauffant à la forge et en suivant la marche ordinaire donnée par M. Berzélius ; après avoir précipité la baryte par l'acide sulfurique, en évitant de mettre un excès d'acide et en lavant bien de manière à dissoudre tout le sulfate de chaux, l'alumine a été précipité par l'ammoniaque, la chaux par l'oxalate d'ammoniaque et dosée à l'état de carbonate : l'évaporation des eaux mères m'a donné les alcalis à l'état de sulfates ; je les ai pesés et je les ai transformés en carbonates au moyen de l'acétate de baryte ; j'ai dosé l'acide sulfurique du sulfate de baryte obtenu ; puis j'ai pesé le carbonate alcalin et le chlorure correspondant ; enfin j'ai précipité la potasse par le chlorure de platine.

Dans une quatrième expérience, j'ai décomposé le dipyre par de l'acide fluorhydrique, et après avoir séparé l'alumine et la chaux, je me suis principalement occupé du dosage des alcalis.

Toutes ces analyses m'ont donné des résultats concordant bien entre eux, et qui se trouvent consignés dans le tableau qui suit :

	I. Carbon. de potasse.	II. Carbon. de baryte.	III. Carbon. de baryte.	IV. Acide fluorhydrique.
Silice. . .	0,549	0,555	0,560	»
Alumine.	»	0,252	0,250	0,248
Chaux. .	»	0,109	0,100	0,096
Soude. . .	»	0,100	0,090	0,094
Potasse. .	»	»	0,006	[illegible]

D'après les analyses qui précèdent et d'après les expériences qui me paraissent mériter le plus de confiance, je crois qu'on peut admettre pour la composition moyenne du dipyre :

		Oxygène.	Rapport.
Silice. . . .	0,555	0,2881	5,52
Alumine. .	0,248	0,1158	2,22
Chaux. . . .	0,096	0,0270	
Soude. . . .	0,094	0,0240	1,00
Potasse. . .	0,007	0,0012	
	1,000		

D'après Vauquelin.

Silice.	60
Alumine.	24
Chaux.	10
Eau.	2
Perte.	4

La forme cristalline du dipyre avait porté quelques minéralogistes à le regarder comme une variété de la *paranthine*; mais si on compare l'analyse qui précède aux nombreuses analyses de paranthine faites dans ces derniers temps et qui se trouvent rapportées avec beaucoup de détail et de soin dans le Manuel de minéralogie de M. le docteur Rammelsberg, on reconnaît qu'il est absolument impossible de rapprocher ces deux espèces.

La grande quantité d'alcali du dipyre et plusieurs de ses propriétés physiques porteraient à croire qu'il doit être rangé dans la famille des feldspaths; déjà M. de Kobell avait annoncé que le dipyre n'est autre chose que du *labrador*, quoique l'analyse de Vauquelin ne donne pas d'alcali. Si on compare en effet les résultats obtenus dans les expériences qui précèdent avec la composition du labrador (Rammelsberg, p. 379), on trouve la plus grande analogie; le dipyre con-

tiendrait seulement plus de soude : cependant un examen plus attentif ne permet pas d'adopter cette opinion, car le labrador cristallise dans le système unitaire, tandis que le dipyre paraît cristalliser dans le système quaternaire; la densité du premier est de 2,714, celle du second de 2,646 : en outre, le rapport entre la somme de l'oxygène des bases à un atome, et celui de l'alumine n'est pas de 1 à 3, comme dans le labrador; et les modifications qu'il faudrait faire subir aux données de l'expérience pour arriver à la formule $\dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{R}\,\dddot{Si}$, qui est celle du labrador, ne me semblent pas admissibles, d'après la concordance des résultats que j'ai obtenus dans quatre analyses.

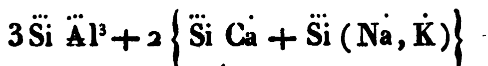
On pourrait peut-être penser que le dipyre se rapporte au *périklin*, dont M. Abich a donné l'analyse dans son dernier travail sur les feldspaths; car la quantité de soude est à peu près la même, et la densité est de 2,641 ; mais le type cristallin est encore le système unitaire, et on ne peut en aucune manière arriver à la formule $\dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{R}\,\dddot{Si}^3$.

En cherchant à exprimer par une formule les résultats de l'analyse du dipyre, j'ai trouvé pour celle qui les représente le mieux et le plus simplement :



$$\dddot{Si}^7\,\ddot{Al}^3\,\dot{Ca}^2\,\dot{Na}^2.$$

On peut en grouper les éléments de la manière suivante :



$$3\dddot{Si}\,\ddot{Al}^3 + 2\left\{\dddot{Si}\,\dot{Ca} + \dddot{Si}\,(\dot{Na},\dot{K})\right\}$$

Il serait facile d'obtenir des formules plus sim-

passage à travers la roche, change *la situation naturelle des lieux*. Ce n'est plus là une servitude établie par la nature elle-même et que le propriétaire du fonds inférieur serait tenu de souffrir.

C'est un dommage causé par *le fait de l'homme*, et pour lequel par conséquent une réparation est due. Le concessionnaire ne saurait alléguer qu'il jouit de sa propriété, et qu'aux termes de l'article 544 du Code civil, le droit de propriété est *celui de disposer des choses de la manière la plus absolue, pouvu qu'on n'en fasse pas un usage prohibé par les lois ou par les règlements*; car à côté de cette disposition, il y a cette autre règle de droit commun et formellement énoncée par l'article 1382 du même Code, que *tout fait quelconque qui cause à autrui un dommage oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer*. La mine constitue bien une propriété entre les mains du concessionnaire; mais il ne doit point en user de manière à nuire à ses voisins; s'il aggrave les charges qui résultaient des servitudes naturelles ou de celles que la loi a établies, il est tenu d'indemniser les propriétaires. Le jugement qui l'oblige à leur payer cette indemnité, ou qui le contraint à opérer certains travaux, tels que des fossés, des puisards, pour empêcher l'écoulement des eaux de la mine sur les fonds inférieurs, ne fait que leur accorder la réparation qui leur est due, que régler, conformément à l'équité et aux prescriptions de la loi, les droits respectifs des propriétés.

Ces règles ont été appliquées dans l'espèce suivante.

Les sieurs Champanhet et compagnie, concessionnaires des mines de *Prades* et de *Niaigles*, département de l'Ardèche, avaient ouvert dans la montagne où ces mines sont situées des galeries pour l'épuisement des eaux intérieures. Ces eaux, chargées de débris de houille et de débris de substances minérales, s'écoulaient sur la pente du terrain, et, mêlées aux eaux pluviales, venaient se répandre sur les fonds inférieurs et y déposer les matières qu'elles contenaient.

Le sieur Bonnaud, propriétaire de prairies au bas de la montagne, a porté plainte et assigné les concessionnaires devant le tribunal de Largentière, en payement de dommages et intérêts. Il concluait en outre à ce qu'ils fussent contraints d'établir, à leurs frais, des canaux ou fossés pour détourner les eaux.

Le tribunal a accueilli ces réclamations par un jugement du 18 août 1840, ainsi motivé :

« Considérant que les concessionnaires excipent en » vain de l'article 640 du code civil ; car la servitude lé- » gale, proclamée par cet article, n'existe que lorsque » les eaux découlent naturellement sur le fonds inférieur, » et que le fait de l'homme n'est pas venu changer les » lieux, développer ou augmenter l'écoulement ou ren- » dre les eaux malsaines ou corrompues ; et d'ailleurs, » les dispositions finales de l'article précité portent que le » propriétaire supérieur ne peut rien faire pour aggraver » la servitude du fonds inférieur ; considérant qu'il est » évident que ce n'est pas dans l'état où la nature les en- » voie que le sieur Bonnaud reçoit les eaux en question; » que c'est par le fait des concessionnaires que les eaux » arrivent sur sa propriété et y jettent leurs principes dé- » létères ; que c'est l'effet de leur exploitation, dont ils » sont responsables. »

Sur l'appel, la cour royale de Nîmes a confirmé ce jugement par arrêt du 4 janvier 1842, en adoptant les motifs des premiers juges.

Les sieurs Champanhet et Cie se sont pourvus en cassation. Ils prétendaient qu'il y avait eu violation des articles 544, 640 et 1382 du code civil, et excès de pouvoir, en ce qu'on les avait condamnés à une indemnité, en raison d'un fait qui n'était, suivant eux, que l'exercice du droit de propriété, et en ce qu'en leur imposant l'obligation d'exécuter à leurs frais des travaux pour détourner les eaux de leur cours, on avait créé, au profit du fonds inférieur, une servitude non établie par la loi.

En déposant sur le sol les produits de l'extraction, ils n'avaient fait, disaient-ils, qu'acte de propriétaire. Si les eaux pluviales, en s'infiltrant dans ces produits, s'écoulaient dans les terrains inférieurs et y portaient des principes plus ou moins nuisibles, c'était là un fait dont ils ne pouvaient être responsables, attendu qu'en qualité de concessionnaires, ils avaient le droit d'extraire la houille et de la déposer sur le sol, et que, de son côté, le propriétaire du fonds inférieur était tenu de recevoir les eaux pluviales ; qu'il en était de même des eaux extraites de la mine, puisque, ayant le droit d'exploiter, ils pouvaient faire tout ce qui est nécessaire pour cette exploitation, et, conséquemment, extraire les eaux inté-

rieures dont la présence rendrait l'exploitation impossible.

La cour de cassation n'a point regardé comme constituant une aggravation de servitude envers les fonds inférieurs, cette circonstance que les eaux pluviales se chargeaient de détritus en s'infiltrant dans les dépôts de houille placés sur le carreau de la mine, et venaient ensuite déverser ces matières sur les terrains voisins : cela, en effet, pouvait être envisagé comme une conséquence du droit d'exploitation, et de la position naturelle des lieux ; mais elle a considéré que l'aggravation de servitude résultait manifestement du déversement des eaux provenant des galeries pratiquées dans la mine, et qu'à cet égard, le système soutenu par les demandeurs était de tous points mal fondé.

Elle a rejeté le pourvoi par arrêt du 3 août 1843, ainsi conçu :

« Sur le premier moyen, attendu que, d'après l'arrêt » attaqué, le préjudice éprouvé par Bonnaud a pour cause » non-seulement le dépôt fait par les demandeurs, sur » le terrain qu'ils exploitent, de monceaux de houille » extraits de la mine, ce qui pourrait être considéré » comme l'exercice légitime du droit inhérent à leur con- » cession, mais surtout l'ouverture de galeries pratiquées » par les concessionnaires dans la montagne où se trouve » la mine ; qu'il est de plus constaté que les eaux qui sor- » tent en grande abondance desdites ouvertures, réunies à » celles qui ont traversé la houille, sont nuisibles à la vé- » gétation, et ont occasionné des dommages à la prairie » de Bonnaud ; qu'en concluant de ces diverses circon- » stances que la servitude naturelle résultant de la situa- » tion des lieux a été aggravée par le fait du proprié- » taire du fonds supérieur, lequel doit réparer envers le » propriétaire inférieur le tort qu'il lui a causé, l'ar- » rêt a fait des articles invoqués une juste application ;

» Attendu, sur le second moyen, qu'on ne peut consi- » dérer comme une servitude établie sur le fonds supé- » rieur pour l'avantage de la prairie de Bonnaud, l'obli- » gation imposée par l'arrêt aux demandeurs d'exé- » cuter les travaux nécessaires pour suspendre le cours » des dommages qui se perpétuent par leur fait ; que » cette obligation était la conséquence nécessaire de la » constatation de l'état des lieux, et peut cesser avec la » cause qui l'a produite ;

» Rejette, etc.

MINES.

La concessibilité des mines résulte de la nature des substances dénommées comme telles, non du mode de leur exploitation.

Cette question, longtemps controversée, a été décidée par les ordonnances du 10 octobre 1830 (1), relatives aux concessions des mines de bitume d'*Armentieu* et de l'*Escholaissière*, dans le département des Landes. Une ordonnance rendue au contentieux, et qui fera l'objet de l'article suivant, l'a résolue dans le même sens. Il nous a paru qu'il ne serait pas inutile de la traiter ici d'une manière générale, et abstraction faite des autres questions qui se présentaient dans l'affaire au sujet de laquelle cette dernière décision est intervenue.

Le système contraire à celui que les ordonnances de 1830 ont consacré s'appuyait en particulier sur ces considérations, que quand le législateur a créé, à l'égard des mines, une propriété souterraine distincte de celle de la surface, il a voulu assurer, dans l'intérêt général du pays, la conservation et la bonne exploitation des substances minérales qui, par leur nature, leur disposition dans le sein de la terre, ne comportent pas une division correspondante à celle des propriétés superficielles, dont l'exploitation exige de grands capitaux et des connaissances spéciales, et ne peut se faire autrement que par des puits, des galeries et autres travaux d'art; qu'il a entendu laisser à la disposition des propriétaires de la surface, sous le nom de *carrières et minières*, l'exploitation des substances minérales placées, soit à la superficie, soit à des profondeurs peu considérables, dont la disposition se prête aux limites de la propriété foncière, dont l'extraction peut se faire à ciel ouvert et par des moyens simples et peu coûteux; qu'il n'y avait pas lieu dès lors d'instituer de concession pour des sables bitumineux existant à la surface du sol, et qu'on pouvait exploiter en enlevant cette surface à une faible profondeur, et par des moyens très-simples; que la nature, le gisement et la facilité d'exploitation de ces sables bitumineux devaient leur faire assigner vis-à-vis des bitumes la place que la loi du 21 avril 1810 assigne aux minerais d'alluvion

(1) *Annales des mines*, 3ᵉ série, t. 16, p. 738 et suiv.

et aux terres alumineuses vis-à-vis de l'alun ; sauf d'ailleurs le droit réservé au gouvernement de concéder ces mêmes gîtes, dans le cas où l'extraction du minerai bitumineux se ferait par des puits, des galeries et autres travaux d'art.

Dans ce système, la concessibilité des mines aurait été subordonnée au mode de leur exploitation, à leur gisement ; une même substance qualifiée mine par la loi, était ainsi concessible ou cessait de l'être, suivant qu'elle était exploitée avec ou sans travaux d'art, à ciel ouvert ou souterrainement.

Cette interprétation de la loi du 21 avril 1810 eût été opposée à tous les précédents. Elle eût introduit un droit nouveau en matière de concession.

L'exercice d'un pareil droit n'eût pas été sans danger.

Quand on interroge la législation des mines, on est frappé en effet de cette circonstance que toutes les fois qu'on a laissé les propriétaires maîtres de les exploiter, il s'en est suivi des désordres funestes à la société, et qu'il a fallu beaucoup de temps pour réparer le mal que cette liberté avait produit. Cela est arrivé plusieurs fois dans l'ancienne monarchie. Il faut dire également que des abus d'une autre nature, inhérents peut-être à la forme du gouvernement, s'étaient multipliés. Souvent on avait fait, sans aucun examen, des concessions d'une immense étendue ; et, chose qui semblerait incroyable, si divers actes ne l'attestaient, le roi et le grand maître (1) avaient, dans plus d'une occasion, concédé, chacun de leur côté, les mêmes mines ou plutôt les mêmes indices de mines, à plusieurs prétendants qui étaient d'accord en cela du moins qu'ils entendaient bien tous en trafiquer. Bien que vers le milieu du dernier siècle, on ait porté une attention particulière sur cette partie de l'administration, la tradition du passé lutta longtemps encore, et souvent avec succès, contre les efforts qui tendaient à en triompher. C'est une étude assez curieuse que celle d'un grand nombre de spéculations *industrielles* dont les mines ont été l'objet, et où, au milieu d'une foule d'aventuriers, se trouvent parfois

(1) La charge de *grand maître des mines et minières de France*, dont l'origine remonte au règne de Louis XI, après avoir subi plusieurs transformations, s'est éteinte définitivement en 1740, à la mort du duc de Bourbon.

mêlés des noms illustres. Ce genre d'*industrie* qui, du reste, n'appartient pas seulement à ces entreprises et à ces époques, fait un singulier contraste avec les grandes et utiles conceptions, avec les idées généreuses auxquelles se rattachent des noms justement honorés. Des provinces entières avaient été livrées au monopole. Le jour de la réaction devait venir. Ces circonstances expliquent comment, lorsqu'en 1791, l'assemblée constituante s'occupa d'une nouvelle loi sur les mines, on ne sut point éviter la faute qui avait été commise dans d'autres temps. On voulut rendre aux propriétaires la jouissance d'un bien dont l'intrigue et la faveur avaient trop longtemps abusé; et tandis qu'on cherchait à dédommager les intérêts privés qui se plaignaient d'ailleurs hautement, on ne vit point qu'on allait leur sacrifier l'intérêt général et tomber dans un autre excès. On réserva aux propriétaires le droit d'exploiter les mines jusqu'à 100 pieds de profondeur, et on voulut qu'au delà une concession fût nécessaire. C'était un système mixte et assez bizarre qui ressemblait à une transaction; c'est, on peut le dire, sous cette forme qu'il fut adopté (1).

Il n'était pas difficile de prévoir ce qui allait arriver. De nouveaux désordres se reproduisirent. Les mines furent livrées à la merci des propriétaires du sol. On les exploita dans les parties supérieures, sans ordre, sans unité, sans ensemble. La surface fut criblée d'excavations profondes, et les eaux qui n'avaient point été épuisées envahirent les parties souterraines que la loi soumettait au régime des concessions et en rendirent l'exploitation impossible ou tellement dispendieuse, qu'on dut généralement les abandonner. Cette législation signalée par de nombreuses incohérences, par des dispositions contradictoires, avait amené des résultats tellement déplorables qu'une simple instruction ministérielle suffit en l'an 9 pour établir des règles nouvelles. Mais cependant elle ne pouvait seule remplacer la loi. Depuis 1806 jus-

(1) Bien qu'une permission fût nécessaire aux propriétaires eux-mêmes pour l'exercice de ce droit (Instruction ministérielle du 18 messidor an IX. — Ordonn. du 19 juillet 1843, voy. ci-après, p. 709), cette obligation était constamment éludée. Et d'ailleurs, la division de la mine en deux parties, l'une depuis la surface jusqu'à 100 pieds de profondeur, l'autre à partir de ces 100 pieds, n'en était pas moins contraire à toutes les règles d'une bonne exploitation.

qu'en 1810, le conseil d'État fut appelé à préparer un nouveau projet. On sait avec quel soin il s'en occupa. L'empereur présida plusieurs de ses séances ; et c'est à la suite de ces longues discussions qu'est intervenue la loi du 21 avril 1810.

Le Code civil avait posé le principe de la dépendance absolue de la propriété de la surface et de la propriété du fonds ; mais il avait réservé lui-même la question relative aux mines. On considéra qu'à cet égard l'intérêt général devait être la règle première de toute bonne législation. On chercha à se rendre compte des moyens de concilier cet intérêt avec les droits du propriétaire, et l'on arriva à classer les différentes substances minérales suivant leur nature, subordonnant ensuite à des régimes divers l'exploitation de chacune d'elles. Les mines durent être concédées. Dans cette classe furent rangées les substances qu'il ne parut pas possible de laisser à la libre disposition des propriétaires du sol ; à l'égard des minières et des carrières, ceux-ci furent assujettis seulement à demander une permission ou à déclarer leur intention d'exploiter (1).

---

(1) « Pourquoi a-t-on dérogé au droit commun qui régit la propriété en ce qui concerne l'exploitation des mines ? c'est parce que l'expérience de tous les temps et de tous les peuples a appris que l'intérêt public ne permettait pas d'abandonner les mines à la libre disposition des propriétaires du sol et de laisser ceux-ci en user et en abuser comme ils pensaient le faire de leurs propriétés territoriales, et parce qu'elle a montré que l'inconvénient de cet abandon aurait été le gaspillage et la perte d'une partie de la richesse minérale. Il a donc fallu restreindre le droit de propriété en fait de mines ; mais on conçoit qu'on a dû chercher à n'enfreindre ce droit qu'autant que cela serait indispensable : or, indépendamment de la manière dont les substances minérales gisent dans le sein de la terre, elles ne s'y trouvent pas toutes avec la même abondance, et elles n'ont pas toutes la même valeur et la même importance pour les arts. On n'a donc pas dû les soumettre toutes au même régime légal.

» On a pu laisser les plus communes entre les mains des propriétaires du sol, en assujettissant seulement ceux-ci à une certaine surveillance pour la sûreté publique, quels que soient leur manière d'être dans le sein de la terre et leur mode d'exploitation. De là la classe des carrières, qui renferme les matériaux de construction en général.

» Pour d'autres substances (*les minerais de fer, les terres pyriteuses et alumineuses et les tourbes*), qui, sans être très-communes, ne sont pas rares et n'ont pas une très-grande valeur, et qui d'ailleurs se trouvent généralement à la superficie de la terre, mais dont

Voilà les trois systèmes de la loi de 1810. L'art. 1[er] les énonce en disant que les masses de substances minérales ou fossiles renfermées dans le sein de la terre ou existantes à la surface, sont classées *relativement aux règles de l'exploitation de chacune d'elles*, sous les trois qualifications de *mines*, *minières* et *carrières*. Ces mots, *relativement aux règles de l'exploitation de chacune d'elles*, furent insérés la première fois, le 23 avril 1809, dans le projet de loi, après que déjà on s'était occupé longtemps de toutes les classifications.

Ces règles étaient évidemment les divers modes fixés par la loi elle-même pour que l'exploitation pût avoir lieu, et non les règles de l'art qu'on devrait suivre pour chacune d'elles.

A quoi bon des classifications, si elles n'avaient eu pour objet de soumettre chaque substance à des régimes divers d'exploitation? On ne peut se méprendre sur l'intention du conseil d'Etat; elle ressort des discussions mêmes, et

---

cependant les arts industriels ont absolument besoin, on a pu encore respecter le droit de propriété des possesseurs du sol; mais on a jugé nécessaire d'astreindre ceux-ci à demander des permissions d'exploitation et de les assujettir à suivre, dans leurs travaux d'extraction, un certain ordre prescrit par l'administration, afin d'éviter par ce moyen de trop grandes pertes de matière. Ces règles sont applicables à la classe des minières.

» Enfin il y a des substances minérales qui n'existent qu'en petite quantité dans la croûte du globe, et qui, soit à cause de leur rareté, soit à raison de leurs propriétés, ont une très-grande valeur dans le commerce: tels sont tous les métaux autres que le fer, et il y en a d'autres qui, quoique se trouvant en plus grande masse, n'en sont pas moins précieuses parce qu'elles sont de première nécessité et qu'elles jouent un rôle des plus importants dans l'industrie humaine: ce sont les combustibles minéraux de tous genres. En conséquence, le législateur s'est cru obligé de faire de ces deux genres de substances une classe distincte (la classe des mines), qu'il a entièrement soustraite à l'influence des propriétaires du sol, et il a institué pour ces substances des règles spéciales et sévères d'exploitation, dans le but évident d'obtenir par ce moyen un bon aménagement des gîtes et de faire en sorte qu'il ne s'en perde que la plus faible proportion possible.

» Il n'aurait pas atteint ce but s'il eût classé les substances minérales d'après la manière dont elles gisent dans le sein de la terre, et non d'après leur nature; car l'ordre et l'ensemble sont presque aussi nécessaires pour exploiter un gîte superficiel sans perte de matière, que pour exploiter une mine souterraine. Or, comment pourrait-on parvenir à mettre cet ordre et cet ensemble dans l'exploita-

il est évident qu'il ne pouvait avoir une autre pensée, lorsqu'on réfléchit que sa mission avait précisément pour but de remédier aux désordres de la législation précédente, mission bien comprise, ainsi que l'attestent tous les débats. Fourcroy, en 1808; Regnaud de Saint-Jean-d'Angely, en présentant la loi; le rapporteur au corps législatif; le ministre, en 1810, trois mois après que cette loi fut rendue, et qu'on en avait sans doute l'intention bien présente; tous s'expriment dans le même sens.

Ainsi pour les mines, quel que soit leur gisement, une concession est indispensable. L'exploitation de la substance qualifiée *mine* comprend, pour le concessionnaire, la surface comme le fond. La proposition d'en distraire la surface fut faite en 1809, mais elle fut rejetée (1). Ce n'est pas le mode d'exploitation qui détermine la règle à suivre; c'est la nature de la substance. S'il en était autrement, une carrière pourrait être considérée comme une mine. Cependant il n'en sera point ainsi. Le propriétaire du sol l'exploitera toujours librement, sans être obligé de

---

tion, si l'on devait laisser le gîte morcelé selon les divisions irrégulières et bizarres de la propriété du sol, et si l'on était privé de la faculté de coordonner entre elles les différentes parties de ces gîtes de la manière la plus convenable ? »

(Rapport de M. Berthier, inspecteur général des mines, du 13 octobre 1838.—Avis du conseil général des mines, du 15 novembre.)

(1) Discussions du conseil d'État. — Séance du 10 octobre 1809.

Le titre premier : *Des mines, minières et carrières*, est soumis à la discussion.

Art. 1er. « Les masses de substances minérales ou fossiles renfermées dans le sein de la terre ou existantes à la surface sont classées relativement aux règles de l'exploitation de chacune d'elles, sous les trois classifications de mines, minières et carrières, d'après ce qui sera réglé par les titres suivants pour chacune de ces classes de substances minérales. »

M. le comte Defermon propose de retrancher ces mots : *ou existantes à la surface*. Il demande qu'il ne soit pas besoin de permission pour exploiter au-dessus de cent pieds.

M. le comte Regnaud de Saint-Jean-d'Angely observe que déjà cette proposition a été faite par M. le comte Defermon; qu'elle a été discutée et rejetée. Il a été reconnu, sous la présidence du chef du gouvernement, que l'intérêt public exige qu'aucune exploitation ne puisse avoir lieu sans permission.

M. le comte Pelet pense qu'on concilierait les deux opinions en ne donnant le titre de *mine* qu'aux exploitations qui ne se font qu'avec le secours de l'industrie et excavation, et en mettant les autres exploitations dans la classe des minières. Les exploitations à la surface ne seraient jamais considérées comme mines.

demander une concession et sans craindre qu'un tiers en soit investi.

Une exception, une seule, a été faite par la loi de 1810 à la règle des concessions, en ce qui concerne le minerai de fer d'alluvion. L'art. 69 dispose qu'il ne sera concédé que dans deux cas : 1° si l'exploitation à ciel ouvert n'est plus possible, et si l'établissement de puits, galeries et travaux d'art est nécessaire ; 2° si l'exploitation, quoique possible encore, doit durer peu d'années et rendre ensuite impossible l'exploitation avec puits et galeries. Par cela même que cette exception est unique, qu'elle se trouve dans une section toute spéciale qui ne concerne que les minerais de fer d'alluvion, on en doit conclure tout naturellement qu'elle est une confirmation de plus du système entier de la loi Il n'y a nul argument à tirer de l'art. 69 en faveur de la doctrine contraire. Il a été mis dans la loi avec une intention manifeste. A toutes les époques, des règles particulières avaient été suivies pour les mines de fer. Il y a du minerai de fer en France pres-

---

M. le comte Regnaud de Saint-Jean-d'Angely dit que les exploitations qui s'arrêtent à la surface sont des exploitations destructives. Le conseil des mines assure qu'il est utile d'exploiter d'abord le fond où tombent les eaux ; qu'ensuite on exploite la surface avec une extrême facilité.

A l'égard de la proposition de M. le comte Defermon, il ne faut que lire l'historique de la discussion pour reconnaître qu'elle a été repoussée après un très-mûr examen.

La proposition de M. le comte Defermon est rejetée.

On revient à celle de M. le comte Pelet.

M. le comte Fourcroy, afin de prouver combien les exploitations à la surface sont destructives, observe que c'est parce qu'on les a employées pour l'antimoine que cette substance est devenue rare. Quand on se borne à gratter la terre et qu'on néglige les filons qu'on rencontre, la mine est perdue.

M. le comte Pelet répond que l'antimoine manque si bien en France, qu'à Uzès il est baissé de plus de 20 p. o/o.

C'est ruiner les propriétaires que de les empêcher de fouiller leurs fonds, et cependant le projet leur impose des peines s'ils se le permettent.

M. le comte Regnaud de Saint-Jean-d'Angely dit que le projet n'empêche pas les propriétaires de faire des recherches dans leur terrain ; qu'il les oblige seulement à prendre une concession avant que d'exploiter : il n'y aurait plus d'ensemble si chacun pouvait exploiter sans autorisation.

M. le comte Pelet dit qu'il est loin de prétendre que l'exploitation ne doive pas être surveillée ; mais il ne faut pas, pour cette raison, empêcher les entreprises de naître. Pour rechercher des mines, il faut

que partout. L'intérêt des maîtres de forges devait préoccuper le législateur qui, en modifiant ainsi la règle générale en ce qui concerne la concession, a cherché, le titre 9 de la loi le fait assez voir, à concilier cet intérêt avec celui des propriétaires du minerai. Qu'on fasse bien attention à la place qu'occupe cet article 69 : dans une section qui ne s'applique qu'au minerai de fer. Qu'on examine son texte : « Il ne pourra être accordé aucune concession » pour minerai d'alluvion ou pour des mines en filons ou » couches, etc. ; » et l'on demeurera convaincu qu'il n'y a nulle application à faire de cette disposition aux autres mines dont la nomenclature se trouve dans l'art. 2 de la loi. C'est ce qui a été reconnu en 1819 et en 1828 par le comité de l'intérieur du conseil d'Etat (1). Vainement dirait-on que la loi a eu cette pensée, que l'art 69 est mal à propos rangé dans une section spéciale, que son texte constitue une disposition générale, impérieuse, obligatoire pour toutes les mines, que peu importe alors la place où il est : cette thèse pourrait se soutenir s'il n'était démontré que le législateur a eu une intention tout à fait contraire à celle qu'on lui suppose. En restant ainsi dans la réalité, il n'est nullement besoin de chercher à concilier des termes qui se contredisent ni d'en forcer le sens. Chaque chose est à sa place, parce que le législateur procède dans des vues d'ensemble et sous l'empire d'une pensée première

---

fouiller ; s'il s'agit d'antimoine, on fouille tant qu'on en trouve. L'obligation d'obtenir une simple permission suffirait pour assurer la surveillance de ces travaux.

La proposition de M. le comte Pelet est rejetée. L'article 1er est adopté.

(Extrait de la *Législation sur les mines*, par M. Locré, p. 180 et suiv.)

(1) Avis du comité de l'intérieur, du 27 juillet 1819, relatif aux mines de manganèse de Romanèche (Saône-et-Loire) : ... Considérant que l'article 69 de la loi du 21 avril 1810, sur lequel l'opposition est fondée, ne paraît, d'après le système et l'ensemble de ladite loi, être applicable qu'aux mines de fer, etc.

Avis du 5 novembre 1828, relatif aux mines du Creuzot (même département) : ... Considérant, relativement aux réserves contenues en l'enregistrement au parlement de Dijon, que lors même que ces réserves n'eussent pas été annulées par un arrêt du conseil, du 27 juillet 1781, elles seraient devenues sans objet depuis la loi de 1791, qui ne permettait aux propriétaires de la surface, non concessionnaires, d'exploiter qu'à ciel ouvert, et surtout depuis la loi de 1810, qui a formellement interdit toute espèce d'exploitation sans concession.

à laquelle toutes les parties de la loi sont subordonnées, à laquelle toutes viennent aboutir.

On a opposé l'art. 44 de la loi, lequel est ainsi conçu : « Lorsque l'occupation des terrains pour la recherche et » les travaux des mines prive les propriétaires du sol de » la jouissance du revenu au delà du temps d'une année, » ou lorsqu'après les travaux les terrains ne sont plus » propres à la culture, on peut exiger des propriétaires » des mines l'acquisition des terrains propres à l'usage » de l'exploitation. Si le propriétaire de la surface le re- » quiert, les pièces de terre trop endommagées ou dégra- » dées sur une grande partie de leur surface devront être » achetées en totalité par le propriétaire de la mine. L'é- » valuation du prix sera faite, quant au mode, suivant les » règles établies par la loi du 16 septembre 1807, titre 4 ; » mais le terrain à acquérir sera toujours estimé au double » de la valeur qu'il avait avant l'exploitation de la mine. » On a conclu de ces termes que puisque la surface et le tréfonds restent distincts, pour exploiter la première, il faut une expropriation. Sans doute dans la plupart des cas, on n'attaquera la surface que dans quelques parties, pour l'établissement des puits, des chantiers, etc. Mais il ne s'ensuit nullement que lorsque cette surface sera la mine elle-même, il faudra suivre d'autres règles que celles qui sont fixées par ce même article 44. Le concessionnaire de la mine la possède partout où elle se trouve. L'acte de concession a prévu et réglé l'indemnité du propriétaire de la surface. Si la partie de la propriété qui lui restera après l'extraction lui paraît avoir été trop endommagée pour être remise en valeur, il est le maître d'exiger qu'elle soit acquise par le concessionnaire, et elle lui sera payée au double de la valeur qu'elle avait avant les travaux. C'est lui qui alors se fait exproprier. Une expertise régulière déterminera cette valeur, et il recevra ainsi tous les dédommagements qui lui sont dus, en même temps qu'on respectera le principe en vertu duquel la concession aura compris ces terrains superficiels comme les autres, parce que les mines n'appartiennent point aux propriétaires de la surface, et qu'elles ne peuvent être exploitées qu'en vertu de concessions.

La loi a respecté tous les droits, ceux du propriétaire de la surface comme ceux du concessionnaire. Les termes de l'article 44 font bien voir qu'alors même que dans l'in-

térêt public on jugeait à propos de faire la concession de la mine à un autre que le propriétaire, celui-ci conservait cependant des avantages et des garanties. Cet article a séparé les deux propriétés ; il a voulu que celle du sol superficiel ne fût point sacrifiée à l'autre. Cela est tellement dans la pensée du législateur que, d'après l'article 18, l'indemnité réglée en vertu de l'article 6, pour le propriétaire de la surface, demeure réunie à la valeur de celle-ci pour être affectée avec elle aux hypothèques prises par les créanciers de ce propriétaire, et qu'aux termes du second paragraphe de l'article 19, ce règlement a lieu, même dans le cas où la concession est faite au propriétaire de la surface. La distinction entre les deux propriétés est donc incontestable, mais elle ne saurait avoir les conséquences qu'on aurait voulu y attacher. Dans le système de la loi, chacun agit dans la sphère des droits qu'elle lui confère : le concessionnaire, en exploitant la mine partout où elle est, soit à ciel ouvert, soit par puits ou galeries, selon son *gisement*; le propriétaire de la surface en obligeant, dans certains cas, le concessionnaire à acquérir cette surface et à la payer au double de sa valeur. De ce qu'une redevance a été imposée au concessionnaire en faveur du propriétaire du sol, par l'acte de concession, il ne s'ensuit pas que ce dernier puisse se considérer comme étant propriétaire aussi de la mine. On vient de voir, en effet, qu'il n'en est rien, et que si ce propriétaire peut dans quelques circonstances exiger qu'on achète son terrain, le concessionnaire n'est dans aucun cas tenu de procéder vis-à-vis de lui par la voie de l'expropriation pour exploiter la mine dont il a obtenu la concession en vertu de la loi, et qui est ainsi devenue pour lui une propriété également sacrée.

La loi a considéré deux ordres de choses fort distincts. Elle a montré une sollicitude prévoyante pour chacun d'eux ; mais les droits qui sont inhérents à l'un et à l'autre doivent se renfermer dans les limites qu'elle a tracées.

Mais, a-t-on dit, puisque d'après l'article 18, l'indemnité réglée en vertu de l'article 6, pour le propriétaire de la surface, doit demeurer réunie à la valeur de celle-ci pour être affectée avec elle aux hypothèques prises par les créanciers du propriétaire, la conséquence de cette disposition, c'est que la surface ne peut jamais être con-

cédée ; qu'elle reste toujours à son propriétaire ; que le concessionnaire n'y a aucun droit ; que ce sont deux propriétés perpétuellement distinctes.

L'indemnité accordée au propriétaire de la surface représente les droits que la loi lui attribue sur les produits des mines concédées (art. 6 de la loi de 1810). Il était inutile de les lui reconnaître, et de dire qu'on les règlerait par l'acte de concession, s'il pouvait exploiter lui-même sans concession ; cette faculté eût été tout à fait contraire au système général de la loi qui n'admet pas que le propriétaire de la surface ait à ce titre un droit de préférence, et qui s'oppose à ce que les mines soient exploitées par d'autres que les concessionnaires. S'il y a distinction des deux propriétés, cette distinction ne donne nullement au propriétaire un droit d'exploitation qu'une concession seule pourrait lui attribuer ; elle peut cesser enfin lorsque le concessionnaire, usant de son droit, exploite la partie superficielle, ou bien lorsque le propriétaire de la surface exige que le concessionnaire en fasse l'acquisition ; alors les deux propriétés sont réunies dans les mêmes mains.

D'après les considérations qu'on vient d'exposer, les gîtes de bitume de Bastennes ont dû être concédés (bien qu'à l'époque de la concession ils fussent exploitables à ciel ouvert), comme l'avaient été, en 1823, la mine de manganèse de la Romanèche, en 1825 et 1827, les schistes bitumineux de Menat.

La question n'était pas de savoir comment on exploiterait, à ciel ouvert ou par des puits, galeries et autres travaux d'art, mais bien de juger si cette substance était rangée par la loi dans la classe des mines. Or le bitume, comme le manganèse, se trouve dans la nomenclature de l'article 2. Peu importe quel est son gisement, le mode de l'extraction ; tout cela est étranger à la règle générale qui veut que l'on concède, parce que c'est du bitume qu'on obtient et qu'il y a utilité publique à l'exploiter.

La loi de 1810 a créé par la concession des mines une propriété nouvelle et indépendante de la propriété du sol. Elle a dérogé, en vue de l'intérêt général, à la règle posée par le Code civil. Elle s'est exécutée nonobstant quelques réclamations qui n'étaient nullement fondées. On n'a point voulu, et avec raison, laisser à la propriété de la surface une liberté absolue, dont l'exercice fut, à di-

verses époques, si funeste; et la loi du 27 avril 1838, en donnant au gouvernement des moyens d'action plus énergiques, a de nouveau consacré ces principes conservateurs de nos richesses souterraines.

MINES.

Interprétation d'un acte de concession. — La concession de la mine d'asphalte faite en l'an V au sieur Secrétan ne s'applique pas seulement au minerai bitumineux qui se trouve dans les sables; elle comprend aussi le calcaire bitumineux, même celui qui se trouve à la surface. — Les propriétaires de la surface, auxquels l'art. 1er *de la loi du* 28 *juillet* 1791 *réservait le droit de jouir des mines jusqu'à cent pieds de profondeur, ne pouvaient user de ce droit qu'autant qu'ils s'étaient pourvus pour obtenir la permission de l'exercer. Cette faculté a cessé d'exister depuis la loi du* 21 *avril* 1810 (1).

Vers l'an 2 de la république, le sieur Secrétan avait découvert sur les bords du Rhône, dans la commune de Surjoux, canton de Seyssel, des couches d'asphalte se prolongeant sur une grande étendue. Il annonçait que la partie de cette mine, la plus abondante et la plus facile à explorer, se trouvait dans ses propriétés, et il en sollicitait la concession.

L'agence des mines adressa, le 8 frimaire an III, à la commission des armes et poudres, un rapport sur cette découverte. Il intervint, le 24 frimaire, un arrêté du comité de salut public, portant, art. 1er : « La concession provisoire de la mine d'asphalte découverte par le » citoyen Secrétan, dans la commune de Surjoux, district de Nantua, département de l'Ain, est accordée au » citoyen Secrétan. »

Les formalités prescrites par la loi du 21 juillet 1791 sur

(1) Voir *Annales des mines*, tome XIV, 3e série, page 525.

les mines, ayant été remplies, un arrêté du directoire exécutif, du 9 fructidor an V, rendu sur le rapport du ministre de l'intérieur et l'avis de l'agence des mines, accorda la concession pour 50 ans, c'est-à-dire pour le terme le plus long autorisé par cette loi.

La mine concédée alors consistait en un minerai sableux composé de petits grains de quartz, mélangé, en faible proportion, de grains de calcaire blanc compacte, le tout agglutiné par un bitume mou et d'un noir foncé, et qu'on en retirait facilement. Le minerai dont il s'agit faisait exclusivement partie de cette formation connue sous le nom de *molasses de la Suisse*, et dont l'âge relatif est postérieur à celui des terrains jurassiques auxquels appartiennent les calcaires bitumineux dont il devait plus tard être question.

L'entreprise prit bientôt de l'activité.

Le 26 prairial de l'an IX, le sieur Secrétan annonça au conseil des mines qu'il venait de découvrir une nouvelle couche voisine de celle qu'il exploitait. Cette couche, analogue au calcaire bitumineux, qui est le sujet des discussions qui se sont élevées, n'avait point les caractères de l'asphalte, objet de la concession. S'il contenait du bitume, c'était en faible proportion. Le sieur Secrétan exposait que son intention était de l'employer pour combustible dans ses fourneaux. Il demandait d'ailleurs qu'on lui indiquât les divers partis qu'on pourrait en tirer.

Aucune instruction ne fut donnée par le conseil. Il se borna à exprimer au sieur Secrétan l'intérêt qu'il prenait à sa découverte.

Le sieur Secrétan avait également annoncé qu'il avait trouvé des pyrites qu'il se proposait de traiter pour sulfate de fer. Le conseil lui fit connaître qu'une concession était nécessaire pour les exploiter.

Le sieur Secrétan essaya, mais sans succès, d'obtenir de l'huile dite *de pétrole*, du gîte qu'il avait découvert en l'an IX, puis d'en faire du mastic. Il dut se borner à exploiter les couches bitumineuses connues dès l'an V, c'est-à-dire à extraire le bitume de la molasse.

Vers 1809, la société cessa ses opérations et se liquida.

D'autres compagnies furent formées.

A partir de 1811, on commença à extraire de l'huile de pétrole du calcaire, puis on se servit de ce calcaire pour

composer le mastic dit *de Seyssel*, en le mélangeant avec une certaine proportion de goudron minéral. D'abord on employa à cet effet le goudron fourni par la couche de molasse bitumineuse; mais son extraction étant fort coûteuse, on préféra recourir au goudron de Bastennes. Dès lors, l'exploitation de la molasse fut à peu près abandonnée, et celle du calcaire, au contraire, fut suivie avec activité.

Après avoir traité avec différents propriétaires pour disposer du calcaire bitumineux, les représentants de l'ancien concessionnaire éprouvèrent, de la part de plusieurs autres, de vives oppositions, lorsqu'ils voulurent porter les travaux sur leurs propriétés. On soutint que la roche calcaire bitumineuse ne faisait pas partie de la concession, qu'elle n'était qu'une carrière; que fût-elle une mine, les propriétaires de la surface avaient conservé la faculté de l'extraire jusqu'à cent pieds de profondeur, d'après l'article 1er de la loi du 28 juillet 1791, sous l'empire de laquelle cette concession avait été instituée.

Un procès s'est engagé devant le tribunal de Belley.

Ce tribunal a rejeté le moyen tiré de l'article 1er de la loi de 1791, attendu que cet article a été abrogé par la loi du 21 avril 1810.

Quant à la question du fond, il a, par un avant faire droit, ordonné une expertise pour constater la nature et le gisement de la roche.

Informée de ces contestations, l'administration a dû les évoquer comme étant du ressort administratif.

Elle avait été avertie trop tard pour pouvoir présenter un déclinatoire en première instance. Mais la cause allait être portée en appel, et les concessionnaires soutenaient, comme l'administration, l'incompétence des tribunaux.

D'après les instructions qui lui furent données, le préfet proposa le déclinatoire devant la cour royale de Lyon. Par un arrêt du 19 juillet 1839, qui fit droit à ses conclusions, les parties furent renvoyées devant le conseil d'État pour faire expliquer le sens et l'objet de la concession de l'an V.

Les propriétaires de terrains ont soutenu que la roche calcaire imprégnée de bitume n'est point celle à laquelle on a donné, dans l'arrêté de l'an V, le nom de *mine d'asphalte*; qu'elle n'est point une mine; que les couches de molasse bitumineuse sont les seules que l'on ait dé-

signées sous cette dénomination, et qui soient comprises dans la concession. Ils ont dit qu'on ne connaissait que ces couches quand la concession a été faite; que le calcaire n'a été découvert qu'en 1802, que le sieur Secrétan n'a demandé et obtenu, sous le nom de mine d'asphalte, que le goudron minéral mêlé avec du sable, qui constituait des bancs souterrains; tandis que le calcaire est beaucoup plus près de la superficie, n'étant ordinairement recouvert que par la terre végétale; qu'il n'y avait de concessibles, sous la loi de 1791, que les gîtes situés à plus de cent pieds de profondeur; que dès lors en accordant une concession, le gouvernement déclarait implicitement ne disposer que du gîte souterrain; qu'on ne pouvait arguer de la loi du 21 avril 1810, qui a modifié à cet égard la loi de 1791, pour prétendre que ce qui n'a pas été concédé sous la première de ces lois soit devenu, par les dispositions de la seconde, la propriété des concessionnaires; que cela pourrait être vrai, si la nature de la roche de Seyssel était identique à celle des couches de molasse, s'il y avait entre les deux gîtes des rapports de situation qui dussent faire considérer le gîte supérieur comme un affleurement du gîte souterrain; mais que ces correspondances n'existent pas, qu'il n'y a nulle corrélation de l'un à l'autre, ni similitude dans les produits et leur emploi.

Ils ont ajouté que, pour être qualifiée *mine* et être soumise à la législation exceptionnelle qui régit ces sortes de gîtes, une masse minérale doit satisfaire à trois conditions : de nature, d'agglomération et de situation; qu'aucune de ces conditions ne se rencontre dans le calcaire de Seyssel.

Il n'appartient point, par sa nature, ont-ils dit, à l'une des espèces désignées dans la nomenclature de l'art. 1er de la loi de 1791 et de l'art. 2 de la loi de 1810, car ces lois n'ont entendu par *mines de bitume*, que les substances dont on peut extraire le bitume par les procédés ordinaires pour les livrer au commerce. En d'autres termes, une craie bituminifère peut bien être considérée comme gîte de bitume, mais à cette condition seulement qu'il y ait plus d'avantage à en retirer ce minerai qu'à employer la roche elle-même dans son état de combinaison. S'il suffisait, pour faire déclarer *mine* une substance, qu'elle renfermât dans sa contexture quelques faibles parties de

l'un des corps qui appartiennent à la classe des mines, tous les minerais se trouveraient bientôt absorbés dans cette classe, puisqu'il n'en est aucun qui ne contienne en quelque proportion des matières combustibles ou métalliques. La roche de Seyssel tire son prix de la présence du bitume, mais il en est ainsi de beaucoup d'autres substances qui prennent également leur valeur des matières étrangères qui s'y trouvent mêlées, et qui, pour cela, ne changent point de classification. Le calcaire ferrugineux connu sous le nom de *castine*, et employé comme fondant dans les forges, doit son prix à la présence du fer, et cependant il n'est pas considéré comme mine de fer. Il en est de même des terres pyriteuses, rangées par la loi tantôt parmi les carrières, tantôt parmi les minières, et jamais parmi les mines.

Le bitume combiné avec le calcaire n'offre pas davantage ici le mode d'agglomération voulu par la loi pour constituer une mine ; il ne se trouve ni en couches, ni en filons. Il ne se trouve pas non plus en amas, car il est partout combiné avec la roche, de telle manière qu'aucune parcelle n'en existe isolée, que l'on ne peut le distinguer ni l'enlever de la pierre à laquelle il est intimement uni.

D'un autre côté, il n'est point un affleurement du gîte souterrain ; il en est tout à fait distinct. Par son gisement, il aurait beaucoup plus d'analogie avec les minières qu'avec les mines. Le but de la loi, en établissant la distinction entre les mines et les minières, a été de laisser aux propriétaires du sol les richesses minérales qui ne demanderaient pour être exploitées, ni travaux d'art, ni ouvrages souterrains, ni grands capitaux, qui pourraient sans inconvénients se prêter aux divisions de la surface. Si on a dérogé au droit commun, en ce qui concerne les mines, c'est que là cette dérogation était rendue indispensable par la nature des choses et l'intérêt public ; elle ne pouvait être légitime qu'à la condition d'être nécessaire, et cette nécessité n'existe nullement pour une roche qui, telle que celle de Seyssel, est à la superficie ou près de la surface, sans ramification aucune avec le gîte souterrain, et qui peut, tout aussi bien que le sol lui-même, être exploitée par chaque propriétaire.

Dans la réalité cette roche n'est qu'une carrière, et d'après sa nature et d'après l'emploi auquel elle est affectée. Sa nature, c'est la craie qui en forme le principal élément ;

son usage, elle est uniquement destinée aux dallages, aux toitures, aux travaux de construction. Elle doit donc être rangée dans la classe des matières désignées dans l'art. 4 de la loi ; elle est restée avant comme depuis 1810 en dehors de la concession.

Les concessionnaires ont répondu qu'en l'an V et longtemps auparavant, le calçaire bitumineux était désigné sous le nom d'*asphalte* aussi bien que la molasse bitumineuse. Ils ont cité des écrits imprimés depuis plus de deux siècles où il était fait mention de pierres imprégnées de bitume, découvertes tant en Suisse, dans le comté de Neufchâtel, qu'en France, dans la basse Alsace, et que l'on nommait *pierres de poix* ou *pierres asphaltiques*. Des savants célèbres en ont parlé. On voit dans leurs ouvrages, qu'en y joignant une certaine quantité de goudron minéral, on pouvait en former un ciment ou mastic imperméable à l'eau.

C'est sous l'empire de ces faits que le sieur Secrétan a sollicité et obtenu en l'an V, la concession de Seyssel.

Dans cette concession se trouvent réunies les deux espèces d'asphalte analogues à celles de la Suisse, et de l'Alsace. Le mot *asphalte*, employé par l'arrêté de l'an V, indique précisément qu'on a voulu concéder toute la mine de bitume, qu'elle fût mélangée avec le calcaire ou mêlée au sable.

Le sieur Secrétan avait le droit d'exploiter toutes les substances bitumineuses qu'il trouverait dans sa concession, à la charge seulement d'indemniser les propriétaires de la surface ; car son titre était une *concession de mines d'asphalte*, et non une concession bornée à la molasse bitumineuse.

La faculté laissée aux propriétaires du sol, par la loi de 1791, de jouir des mines jusqu'à cent pieds de profondeur, ne pouvait s'exercer qu'en vertu d'une autorisation administrative, ainsi que le porte l'instruction ministérielle du 18 messidor an IX. Cette autorisation, les propriétaires de terrains dans la concession de Seyssel, ne l'ont jamais obtenue ; et la loi du 21 avril 1810 a abrogé la loi de 1791. Elle a, par l'article 51, assuré aux concessionnaires de mines la propriété exclusive de tout le gîte minéral situé dans leur périmètre.

Les concessionnaires de Seyssel ont exploité la molasse bitumineuse et le calcaire bitumineux. L'administration

n'a fait aucune objection. Cette double exploitation a été imposée à la redevance proportionnelle ; ce qui fait voir qu'on l'a regardée comme parfaitement légale.

Le calcaire bitumineux n'est ni une carrière ni une minière.

La loi de 1791, de même que la loi de 1810, avait rangé les bitumes parmi les mines : par ce mot *bitume* elles ont entendu l'une et l'autre toutes les matières bitumineuses.

Peu importe sous quelle forme cette matière est versée dans le commerce. Ce n'est pas sa destination, son emploi, mais sa nature qui détermine la classe à laquelle elle appartient. Le calcaire bitumineux de Seyssel contient une plus grande quantité de bitume que la molasse. Pendant quelque temps on en a extrait de l'huile de pétrole; s'il se vend aujourd'hui en nature de roche, c'est qu'il peut s'utiliser aussi de cette manière, mais c'est toujours à raison du bitume qu'il renferme, c'est de là uniquement qu'il tire sa valeur. Il est donc bien réellement une mine de bitume.

Quant à cette circonstance que ce calcaire est exploitable à ciel ouvert, les concessionnaires ont invoqué les considérations rappelées dans l'ordonnance du 10 octobre 1839 relative à la mine de bitume de Bastennes, et d'après lesquelles un gîte minéral ne cesse pas d'être une mine par cela seul qu'il peut être exploité sans travaux souterrains.

L'affaire a été renvoyée au conseil général des mines, avec le rapport de l'inspecteur général, M. Garnier, qui avait été chargé de l'examiner, et qui dans un travail très-remarquable à tous égards, a su jeter beaucoup de lumière dans un débat fort compliqué. Le conseil a pensé, comme le rapporteur, que les motifs invoqués par les concessionnaires de Seyssel étaient fondés. Il a fait observer que les bitumes sont compris parmi les mines, dans l'art. 1er de la loi de 1791 ; que par le mot *mines*, la loi entendait des minerais, sous quelque forme qu'ils se présentassent, dont il était possible d'extraire, pour le besoin des arts, des substances métalliques ou combustibles, ou qui pouvaient être directement employés dans les diverses industries, tels que les offrait la nature. Comme beaucoup d'autres minéraux, le bitume comprend plusieurs espèces ou variétés, et il existe tantôt pur, tantôt à l'état de mélange. On distingue *le naphte*, *le pétrole*, *le*

malthe ou *poix minérale*, *l'asphalte*, etc. Dans l'impossibilité d'énumérer chacune de ces espèces, la loi de 1791, comme l'a fait également la loi de 1810, les a désignées sous une dénomination générale, sous le nom de *bitumes*.

Les variétés de ce minéral passent les unes aux autres par des nuances insensibles. Avant les progrès de la science, les caractères qui les différencient offraient de l'incertitude et en laissent même encore aujourd'hui; il en résulte que l'on employait tantôt une dénomination, tantôt une autre pour les désigner, qu'on leur donnait quelquefois indistinctement le nom d'*asphalte*, surtout lorsque, comme le minerai de Seyssel, il se présentait à l'état solide. Le calcaire bitumineux est une variété de ces minerais de bitume. Il n'a point paru douteux au conseil des mines qu'on l'eût envisagé, en l'an V, comme une mine de bitume concessible, s'il eût fait à cette époque, conjointement avec la molasse bitumineuse, l'objet de la demande en concession du sieur Secrétan; qu'on eût reconnu que, par ses caractères minéralogiques, sa composition chimique, il est semblable à celui dont l'existence avait été constatée dès 1712 dans le Val-de-Travers et auquel on avait aussi donné le nom d'*asphalte*. Une concession de ce dernier calcaire avait été faite cette même année 1712 par le gouvernement prussien, et elle a été renouvelée dans ces derniers temps, en 1837. En France également, sous l'empire de la loi de 1791, un décret impérial du 20 novembre 1809 a concédé les mines de pétrole et de malthe de Lobsann, département du Bas-Rhin; et parmi les minerais de ces mines, se trouve un calcaire entièrement analogue à ceux du Val-de-Travers et de Seyssel.

Le conseil a pensé qu'on commettrait une grande erreur, si l'on ne considérait le calcaire de Seyssel comme un minerai de bitume, qu'autant qu'on en extrairait directement par distillation de l'huile de pétrole. Ce serait vouloir faire dépendre la classification d'un minerai de sa destination dans les arts. Suivant ce système, la calamine cesserait d'être un minerai de zinc, lorsqu'au lieu d'en extraire le zinc, on le fond avec du cuivre pour en obtenir du laiton. L'alquifoux ne serait plus un minerai de plomb quand on l'emploie à la couverture des poteries. Ni la loi de 1791, ni la loi de 1810, n'ont admis de telles distinctions. Elles ont classé les substances d'après leur

nature, non d'après les usages qu'on peut en faire. Elles ont regardé comme mines de bitume, toutes celles qui sont exclusivement employées à raison du bitume qu'elles contiennent et dont elles tirent leur valeur.

Mais il ne suffirait pas que le calcaire bitumineux de Seyssel eût été considéré comme concessible, sous l'empire de la loi de 1791. Il fallait savoir aussi s'il a été concédé par l'arrêté de l'an V. Le conseil général des mines s'est prononcé également pour l'affirmative. A ce sujet, il a remarqué que quand le sieur Secrétan a demandé et obtenu sa concession, il ne connaissait pas encore l'existence du calcaire dans ces terrains (on ne traitait à Seyssel qu'un seul minerai de bitume, la molasse bitumineuse, de laquelle on extrayait, au moyen de l'eau bouillante, le goudron minéral), mais qu'il ne faut pas perdre de vue que lorsqu'on institue une concession de mines, on n'entend jamais concéder uniquement les couches qui sont pour le moment découvertes; que l'acte de concession comprend tous les gîtes de même nature qui peuvent exister dans l'enceinte du périmètre, et que le concessionnaire pourra découvrir plus tard, à l'aide de ses travaux, et non-seulement tous les gîtes parfaitement identiques, mais encore leurs diverses variétés; qu'ainsi, par la concession de l'an V, le sieur Secrétan avait un droit positif sur tous les minerais de bitume qu'il viendrait à découvrir dans l'étendue de sa concession.

Sous la loi de 1791, il est vrai, les propriétaires du sol auraient eu la faculté d'exploiter ceux de ces minerais qui existent à moins de cent pieds de profondeur. Mais ils n'ont point usé de ce droit à Seyssel, parce qu'ils ignoraient l'existence du calcaire bitumineux ou le parti qu'on pouvait en tirer. Il a d'ailleurs été aboli par la loi du 21 avril 1810.

Le conseil n'a point admis que les adversaires des concessionnaires pussent se faire un titre de ce que le mode d'agrégation du bitume, dans le calcaire et dans la molasse, est différent, et de ce que la position géologique de ces deux roches n'est pas la même. Une substance ne change pas de nature, parce qu'elle se trouve mêlée à des matières minérales distinctes entre elles par leur composition, et ses divers gîtes peuvent exister dans des terrains appartenant à plusieurs époques géologiques. Aux mines de Chessy et de Sainbel, le cuivre pyriteux se présente

dans le terrain primordial ; le cuivre carbonaté dans un dépôt arenacé des terrains secondaires : ces deux espèces de minerais n'en font pas moins partie de la concession.

Dans la concession de Seyssel, comme dans les autres localités du Jura, les calcaires bitumineux recouvrent généralement les couches de l'étage supérieur au moyen de la formation jurassique. Les molasses imprégnées de bitume sont d'un âge beaucoup plus moderne ; elles appartiennent au terrain tertiaire. Si dans certains points, le calcaire se montre près de la surface, c'est qu'il a été mis à découvert par suite de circonstances locales qui ont fait disparaître les terrains supérieurs. Dans d'autres points de la même concession, là où la formation tertiaire a acquis une certaine épaisseur, il existe dans la profondeur, et ne peut être exploité que par travaux souterrains. Réciproquement, on peut exploiter les couches de molasse à ciel ouvert, là où elles sont les plus relevées, et souterrainement, dans les points où, par suite de leur inclinaison, l'enfoncement successif des calcaires bitumineux a permis aux terrains d'une formation plus nouvelle d'être plus développés. Toutes ces circonstances de gisement n'empêchent pas que ce calcaire et la molasse ne doivent être regardés comme parties constituantes de la mine concédée.

En définitive, l'avis du conseil des mines a été que l'arrêté de l'an V a concédé le calcaire bitumineux comme la molasse, parce que ce sont des variétés du même minerai auxquelles cette concession pouvait également s'appliquer ;

Que les propriétaires du sol n'ont droit aujourd'hui, aux termes de la loi du 21 avril 1810, qu'à l'exécution des conventions qui auraient pu être faites avec l'ancien concessionnaire, et aux indemnités pour occupation de terrains ; qu'ils peuvent aussi, en vertu de l'art. 44 de cette loi, obliger les concessionnaires à acheter les parties du sol trop endommagées ou qui seraient détruites par l'exploitation, et les contraindre à payer ces terrains le double de leur valeur ; mais qu'ils ne peuvent exploiter dans l'espace concédé.

M. le ministre des travaux publics, tout en reconnaissant l'autorité qui s'attache en pareille matière à l'opinion du conseil des mines, ne l'a point partagée dans cette circonstance.

En réalité, la concession était relative à une mine de bitume. Le calcaire de Seyssel n'est point une mine de bitume. Si l'on conçoit un gîte de cette substance là où le bitume existe sinon à l'état de pureté, du moins mélangé ou combiné de manière qu'on puisse le séparer facilement, comme cela a lieu à Seyssel pour la roche sableuse, et dans d'autres mines connues, il est impossible d'assimiler à un pareil gîte la roche qu'on extrait pour un usage tout différent. Une roche semblable n'eût point été concédée sous l'empire de la loi de 1791. De plus, d'après cette loi, le propriétaire de la surface avait un droit formel à exploiter jusqu'à cent pieds de profondeur; et en présence d'une disposition aussi explicite, qui pouvait avoir ses inconvénients, mais qui enfin existait, on ne conçoit pas comment il aurait été permis au concessionnaire de Seyssel, ou à tout autre, de porter son exploitation à la surface du sol, si ce propriétaire s'y fût opposé.

En 1810 une nouvelle législation est intervenue. Quel a été son effet à l'égard des concessions anciennes? De rendre perpétuelles celles dont le terme n'était point arrivé lors de sa promulgation, voulant ainsi donner confiance et sécurité aux anciens titulaires, et les encourager par là à développer l'exploitation de leurs mines, comme devaient le faire ceux qui allaient devenir concessionnaires sous le régime nouveau. C'était une pensée politique et généreuse; mais il y a loin de là cependant à l'interprétation qui voudrait que cette libéralité de la loi comprît ce qui n'était point concédé sous la législation de 1791, uniquement parce qu'on le considérerait aujourd'hui comme concessible.

Dire que parce qu'une roche contient une parcelle quelconque de bitume, elle doit être considérée comme mine de bitume, ne serait-ce pas aller trop loin? ne serait-ce point donner à la loi de 1810 une portée qu'elle n'a pas? La loi a fait des distinctions, des catégories entre les diverses substances minérales; mais il ne s'ensuit pas qu'une pierre qui n'est pas exploitée comme bitume, qui ne peut pas l'être, puisse devenir une mine de bitume parce qu'elle en recèle une faible portion. De pareilles généralités conduiraient à la confusion. Le conseil général des mines lui-même a, dans plusieurs occasions, reconnu qu'il ne doit y avoir lieu à concession pour les schistes bitumineux que lorsqu'ils contiennent

du bitume en proportion assez notable pour pouvoir devenir, commercialement parlant, l'objet d'une exploitation utile. Cette possibilité, cette utilité de l'exploitation sont en effet des caractères essentiels de toute concession de mine. Malgré la séparation que l'on a établie entre la mine et la surface, une concession est toujours une atteinte portée au droit qui semblait inhérent à la propriété de cette surface, une sorte d'expropriation à laquelle on ne doit recourir que lorsqu'il s'agit des substances minérales définies par la loi elle-même, que lorsque l'intérêt public l'exige.

En admettant même, malgré tout ce qu'on vient de dire, que le calcaire bitumineux de Seyssel eût été concessible, et concédé, comme constituant la même substance que l'asphalte découvert par le sieur Secrétan, la concession ne comprendrait pas la partie du gîte qui se trouverait à la surface; et d'après la loi de 1810, bien plus encore que d'après celle de 1791, le concessionnaire n'aurait aucun droit sur cette partie superficielle. Dans l'opinion personnelle du ministre, la loi de 1810, loin de comprendre la surface dans la concession de la mine, l'en a, au contraire, nettement séparée. Elle a établi entre l'une et l'autre une distinction absolue; le propriétaire de la surface n'est pas dépossédé par le fait de la concession. Si l'article 5 de cette loi porte que les mines ne peuvent être exploitées qu'en vertu d'un acte de concession, l'art. 6 ajoute que cet acte règle le droit du propriétaire de la surface sur le produit de la mine concédée, droit qui sera d'une somme déterminée, aux termes de l'art. 42. L'art. 7 déclare que la mine devient une propriété perpétuelle dont on peut disposer comme de tout autre bien, dont on ne peut être dépossédé que suivant les règles relatives aux autres propriétés. L'article 18 dit que lorsqu'une mine est concédée, *même aux propriétaires de la surface*, cette propriété est distinguée de celle de la surface et devient une propriété nouvelle sur laquelle de nouvelles hypothèques peuvent être assises. Le titre 5 contient des dispositions relatives à l'exploitation de la mine, à la surveillance des ingénieurs, à la conservation des édifices, des habitations, à la sûreté des ouvriers. La distinction existe partout et toujours entre le sol superficiel et la mine concédée. On a opposé les articles 1er, 29, 43 et 44. Que dit l'article 1er? Que les masses de substances minérales ou

fossiles renfermées dans le sein de la terre ou existantes à la surface sont divisées en mines, minières et carrières. C'est là une définition technique, mais le droit du propriétaire du sol superficiel n'en est pas atteint. L'article 29 énonce que l'acte de concession de la mine en détermine l'étendue, en la limitant par des points fixes pris à la surface du sol et passant par des points verticaux menés de cette surface dans l'intérieur de la terre à une profondeur indéfinie. On voit bien là un moyen, le seul possible, de limiter l'*étendue* des concessions, alors qu'elles ne se font point par couches, comme en Belgique; mais on n'y voit rien qui enlève la partie superficielle du gîte à celui qui la possède. Quant aux articles 43 et 44, bien loin d'altérer la jouissance de ce possesseur, ils la confirment au contraire virtuellement. Si on exécute des travaux sur leur terrain, on leur doit des indemnités. L'indemnité est du double de ce que le terrain endommagé aurait produit net, si ces travaux ne sont que passagers, si le sol peut être remis en culture au bout d'un an. Le propriétaire peut exiger l'acquisition des terrains endommagés, dans les cas spécifiés; mais cette faculté n'est pas réciproque; on ne peut pas l'obliger à en faire la cession. De cet ensemble de dispositions, qui constitue un système parfaitement clair et complet, il résulte que le concessionnaire de la mine, propriété distincte, n'a aucun droit sur le gîte de la surface, propriété distincte aussi. Sans doute le propriétaire du sol ne pourrait exploiter à la surface, sans concession, ainsi que l'article 12 l'indique; mais pour que le concessionnaire vînt exploiter là, à sa place, il faudrait qu'il y eût une expropriation pour cause d'utilité publique de la propriété dont l'intérêt général commanderait le sacrifice, expropriation positive et formelle, et non point théorique et abstraite, si l'on peut dire ainsi, comme l'est celle des articles 6 et 42, laquelle s'applique à la dépossession du droit que la loi civile donnait au propriétaire du sol sur la propriété du fonds, et qui se résout habituellement en une indemnité insignifiante, tandis que pour l'autre dépossession, l'indemnité doit être réelle et sérieuse.

Si le calcaire bitumineux de Seyssel constituait une mine, il ne serait donc pas, par cela seul, à la disposition des titulaires de la concession de l'an V. Les propriétaires de la surface auraient droit de l'exploiter en

demandant eux-mêmes la concession. Ou bien il faudrait les exproprier pour faire faire l'exploitation à leur place.

Mais ici une concession n'est pas nécessaire. Car, à vrai dire, c'est d'une substance qui appartient à la classe des carrières, ce n'est point d'une mine qu'il s'agit.

L'extraction de la roche est simple et facile, et il n'y a point à craindre que les travaux isolés auxquels se livreraient les propriétaires du sol, puissent compromettre le moins du monde l'avenir de l'exploitation. On comprend très-bien que si, à l'égard des mines, des extractions étaient permises à tous les propriétaires de la superficie, l'exploitation de ces mines deviendrait impossible, et qu'alors, la société pourrait en éprouver un grand dommage. C'est pour la garantir contre ce danger, c'est aussi à raison de la nature des substances rangées dans la classe des mines, qu'on a voulu qu'elles fussent l'objet de concessions. Rien n'exige qu'il en soit ainsi pour le calcaire bitumineux de Seyssel qui existe à la surface du sol et dont l'extraction ne rend aucuns travaux d'art nécessaires.

Le ministre rappelait aussi que dans une circonstance récente on avait accordé une concession de schistes bitumineux, en considérant qu'ils étaient disposés en couches qui s'enfoncent dans les profondeurs de la terre et peuvent donner lieu à une exploitation par puits et galeries, qu'il s'agissait par conséquent d'une substance qui, par sa nature et par son gisement, appartient à la classe des mines. Il en faisait ressortir cette conséquence, qu'il n'y avait pas lieu à concession là où il ne devait être question ni de puits ni de galeries.

En résumé, disait-il, la concession accordée primitivement a eu pour objet une exploitation de bitume. La roche qui est aujourd'hui l'objet du débat ne constitue pas un gîte semblable à celui qui avait été découvert par le sieur Secrétan et qui a été concédé. On n'en extrait pas de bitume. On ne pourrait, commercialement parlant, se livrer utilement et avec avantage à une pareille extraction. Cette roche n'aurait pas été concessible sous l'empire de la loi de 1791. Elle n'a pas fait partie de la concession. La loi de 1810 n'a pu avoir pour effet de l'y rattacher.

Ces distinctions n'ont point été admises par le conseil d'État. Il a jugé, quant à la compétence : que l'interprétation devait être donnée par voie contentieuse ; quant au

fond : que la concession de l'an V comprenait le calcaire bitumineux comme les sables bitumineux ; que ceux qui se trouveraient à la surface comme ceux qui se trouveraient dans la profondeur en faisaient également partie; que les propriétaires du sol n'auraient pu, même sous l'empire de la loi de 1791, exploiter dans la profondeur de cent pieds, réservée par l'art. 1er de ladite loi, que s'ils en avaient reçu la permission; que n'ayant ni demandé ni obtenu cette permission, ils étaient sans droit avant 1810; que depuis la nouvelle législation, qui a supprimé la faculté que leur accordait celle de 1791, ils ne pouvaient plus invoquer une disposition désormais incompatible avec les règles qui président à la concessibilité des mines. L'ordonnance royale du 19 juillet 1843 (1) a décidé en conséquence que le calcaire bitumineux situé dans le périmètre de la concession faite au sieur Secrétan, le 9 fructidor an V, fait partie de ladite concession.

Ainsi se trouve maintenu définitivement, et par la voie contentieuse, le principe déjà consacré par les deux ordonnances du 10 octobre 1839, qui ont institué les concessions des mines de bitume d'*Armentieu* et de l'*Eschalassière*, dans le département des Landes, à savoir qu'il y a lieu à concession des mines, quel que soit le mode de leur exploitation, à ciel ouvert, ou par puits, galeries et ouvrages souterrains.

MINES.

Conflit. — Interprétation. — Il appartient à l'administration, non aux tribunaux, d'interpréter les actes de concession.

Une discussion s'est engagée devant le tribunal de première instance de Valenciennes, relativement à des travaux de recherches de houille exécutés par la compagnie d'Escaupont, de Saint-Aybert et de Thivencelles dans les terrains qu'elle prétend n'avoir point été concédés, tandis que la compagnie d'Anzin soutient qu'ils font partie de la concession de Vieux-Condé dont elle est propriétaire.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 706.

Le préfet du Nord a été chargé par M. le ministre des travaux publics d'élever un conflit d'attribution. Le conseil d'État a été appelé en conséquence à prononcer sur ce conflit.

Voici les faits tels qu'ils ont été exposés par M. le ministre dans les observations qu'il a présentées au conseil à l'appui de l'arrêté du préfet.

Un arrêt du conseil d'État, du 14 octobre 1749, a accordé au prince de Croy la permission de fouiller et exploiter les mines de charbon de terre découvertes et à découvrir *dans l'étendue de ses terres* de Condé et de Vieux-Condé, *au delà de l'Escaut*.

Le prince, craignant que le territoire d'Hergnies, où il exerçait aussi les droits de haute justice, ne fût point considéré comme faisant partie de sa concession, parce qu'il n'était pas dénommé dans l'arrêt de 1749, sollicita un nouveau titre pour l'y faire comprendre. Il fut fait droit à sa requête par un autre arrêt du 20 avril 1751, qui l'autorise, lui et ses successeurs, à faire extraire les mines découvertes et à découvrir *dans le territoire d'Hergnies*.

En 1757, le titulaire de la concession de Vieux-Condé et les propriétaires de la concession d'Anzin mirent toutes leurs exploitations en commun et terminèrent ainsi des débats qui avaient duré fort longtemps.

Cet état de choses subsista jusqu'à la révolution.

Plusieurs des sociétaires se retirèrent à l'étranger. Conformément aux lois sur l'émigration, la nation s'empara de leurs biens, puis elle céda les parts qu'ils avaient dans les concessions à ceux des sociétaires qui n'avaient point quitté la France.

Au milieu des troubles, des agitations de cette époque, il n'avait guère été possible aux propriétaires des mines d'exécuter la loi du 28 juillet 1791, qui prescrivait les mesures à prendre à l'égard des anciennes concessions. D'après l'article 4 de cette loi, toute concession qui excédait six lieues carrées devait être ramenée à ces limites.

Du moment que les concessionnaires purent se mettre en règle, ils se pourvurent devant l'administration départementale.

Un premier arrêté de cette administration, en date du 6 prairial an IV, déclare que « d'après les observations » que font les sociétaires des mines d'Anzin, que celle de

» Vieux-Nord-Libre formant une concession particulière
» dont l'étendue n'est que d'une lieue carrée environ, il
» n'y a pas lieu à la réduire ni à la comprendre dans la
» démarcation de celle d'Anzin. »

Un arrêté du directoire exécutif, du 29 ventôse an VII, fixe les limites des concessions de Raismes, d'Anzin et de Fresnes.

En l'an XIII, une société composée du général Delasalle et autres se présenta pour obtenir une concession dans le territoire d'Hergnies. Quelques autres demandes avaient pour objet diverses parties de ce territoire et de ceux de Condé et Vieux-Condé. Réclamant les anciens droits du prince de Croy, émigré, la compagnie Delasalle soutenait que le territoire d'Hergnies ne faisait point partie de la concession de Vieux-Condé ; que c'était une concession distincte ; que le prince n'avait pas entendu la comprendre dans l'association de 1757. Et, dans tous les cas, ajoutait-on, il y avait déchéance pour cause d'inexploitation. Puis on invoquait contre la concession de Vieux-Condé elle-même une déclaration du 24 décembre 1762, qui limitait à quinze années la durée des privilèges en fait de commerce, et l'on disait que cette déclaration s'appliquait aux concessions de mines. On opposait encore l'arrêté du 3 nivôse an VI, qui obligeait tous les acquéreurs de mines à faire approuver les actes de cession par le gouvernement, et l'on prétendait que cette déclaration, d'une part, l'inexécution de cet arrêté, d'autre part, avaient anéanti les droits des anciens concessionnaires de Vieux-Condé.

Aucune de ces prétentions n'était fondée. Après une longue discussion, il fut reconnu que le territoire d'Hergnies ne constituait point une concession séparée ; que l'arrêt de 1751 avait complété et expliqué celui de 1749 ; que tous deux ensemble ils s'appliquaient à une seule et même concession ; que cette concession tout entière était entrée dans les stipulations de 1757 ; que la déclaration de 1762 n'avait rien de commun avec les concessions de mines ; qu'on ne pouvait opposer aux titulaires de Vieux-Condé le défaut d'exécution de l'arrêté de l'an VI, puisque la reconnaissance de leurs droits résultait d'une foule d'actes émanés de l'État lui-même. Il est intervenu en conséquence un avis du conseil d'État, du 27 mars 1806, ainsi conçu : « Le conseil d'État, vu....., considérant que

» les sieurs Desandrouin, Taffin, etc., possèdent les mines
» de houille d'Anzin, Fresnes, Raismes, Condé et Hergnies,
» partie comme concessionnaires originaires, partie
» comme acquéreurs de domaines nationaux; qu'à ces
» deux titres, ils ont rempli les formes voulues par les
» lois; qu'il n'y a contre eux aucune cause de déchéance
» d'aucune des concessions; est d'avis qu'il n'y a lieu à
» statuer sur la demande en concession des mines de Condé,
» Vieux-Condé et Hergnies formée par la compagnie
» Lasalle et autres. »

Cet avis a été approuvé par l'empereur, le 31 mars 1806.

En 1835, la compagnie de Bruille a formé une demande tendante à obtenir une extension de concession, portant en partie sur le territoire d'Hergnies. La compagnie d'Anzin y a formé opposition, en produisant les arrêts du conseil, de 1749 et de 1751, et l'avis du conseil d'État, de 1806. On lui fit connaître qu'elle ne justifiait pas d'une délimitation régulière et complète, comme le voulaient les lois de 1791 et de 1810. Elle produisit d'abord une demande en délimitation; mais elle soutint ensuite que ses limites étaient fixées par les anciens arrêts, c'est-à-dire que la concession comprenait toute l'étendue des trois territoires d'Hergnies, Condé et Vieux-Condé.

Il parut au conseil général des mines que l'existence légale de la concession de Vieux-Condé ne pouvait être contestée, et qu'il n'y avait pas lieu d'appliquer ici l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, qui ne concerne que les anciennes concessions dont les limites n'avaient point été régulièrement fixées. La compagnie produisit un plan qui représentait l'étendue dont il s'agit, et qui fut revêtu de la signature de M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines.

On a vu plus haut que l'arrêt de 1751 accordait la concession du *territoire d'Hergnies*, tandis que celui de 1749 avait dit seulement « *ses terres* de Condé et de Vieux-» Condé au delà de l'Escaut. » Il ne pouvait être douteux, devant le texte de l'arrêt de 1751, que tout le territoire d'Hergnies ne fût concédé. La compagnie de Bruille renonça à la partie de sa demande qui se rattachait à ce territoire.

Dans le cours de l'année 1837, une grande impulsion fut donnée dans le département du Nord aux recherches de mines. Ces recherches, qui furent plus ou moins heu-

Il a soutenu d'abord, quant à la compétence, que l'affaire ne devait pas être jugée par la voie contentieuse; que les parties devaient être renvoyées devant l'administration pour obtenir l'interprétation de l'acte de concession de l'an V.

Quant au fond, il a remarqué que les considérations scientifiques, sur lesquelles le conseil des mines s'appuyait, pouvaient avoir une grande valeur en théorie; mais que ce n'était point là qu'il fallait chercher la solution; qu'il s'agissait en effet de savoir quel a été réellement l'objet de la concession de l'an V, abstraction faite de ces systèmes, de ces théories, qui, pour les savants eux-mêmes, peuvent être un sujet de discussions. Que des concessions aient eu lieu, a-t-il dit, dans des pays voisins pour des matières identiques avec le calcaire bitumineux de Seyssel; qu'en France même, il existe des concessions analogues; que des priviléges aient été accordés anciennement pour l'importation de matières à peu près semblables; que la science ait varié dans ses acceptions à l'égard du bitume; que son vocabulaire soit encore à déterminer aujourd'hui; tout cela paraît avoir peu de rapports avec le débat qui est soulevé. La question est plus simple. Qu'est-ce que M. Secrétan a demandé? qu'est-ce qu'on lui a concédé? Ensuite, quel était l'effet de la loi de 1791? quel est celui de la loi de 1810?

Résulte-t-il implicitement ou explicitement de la loi de 1791 que le calcaire bitumineux de Seyssel fasse partie de la concession de l'an V? Le sieur Secrétan avait découvert une mine d'asphalte. Que cette dénomination fût d'accord ou non avec le langage de la science, l'objet de cette découverte n'en était pas moins parfaitement connu et expliqué. Le nombre des couches était de sept. La mine est décrite comme recouverte d'un banc de terre argileuse et en partie pétrifiée, reposant sur un lit de sable noir et mélangé de bitume, au-dessous duquel est un autre banc de pierre argileuse, le tout encaissé par un rocher de pierre calcaire. Ce sont des grains sableux agglutinés par du bitume, et ce bitume, lorsqu'on fait chauffer le minerai dans l'eau en ébullition, se détache et vient nager à la surface du liquide ou s'appliquer aux parois du vase sous forme d'enduit. On peut le recueillir ainsi pour l'employer ou le livrer au commerce. C'était en effet de cette manière que le sieur Secrétan obtenait du bitume, en li-

rait parti. Sa correspondance avec l'ancien conseil des mines en fait foi. On y voit que la substance dont on demandait la concession, était clairement et nettement définie, de même que ses produits et leur emploi.

L'arrêté du 24 frimaire an 2 accorde provisoirement au sieur Secrétan la concession de la mine d'asphalte *par lui découverte*. Ces termes indiquent qu'on n'entend concéder que ce qui a été découvert réellement, que ce qui a fait l'objet de la demande. La concession définitive instituée en l'an V, après l'accomplissement des formalités prescrites par la loi de 1791, s'applique toujours à la même substance, à elle seule.

Quatre ans après, on fait mention d'une couche de calcaire qui n'est plus cet asphalte dont parlent les arrêtés ci-dessus rappelés. Si le bitume est agrégé à la roche, c'est dans de très-faibles proportions. On ne peut l'en retirer par les procédés fort simples qu'on vient d'indiquer. L'extraction exigerait des réactions chimiques, des combinaisons très-coûteuses. Ainsi, commercialement parlant, elle est impossible. Cela explique très-bien comment le sieur Secrétan, en l'an IX, ne retira point le bitume du calcaire dont il s'agit. comme il le faisait de l'asphalte, objet de la concession.

Plus tard, les successeurs du sieur Secrétan ont appliqué ce calcaire à un autre usage. On l'enlève par blocs, on le brise, et en y mêlant une certaine quantité de bitume minéral ou de goudron provenant non pas de Seyssel, mais de Bastennes ou autres lieux, on en compose un mastic ou ciment qui sert aux dallages et à divers objets de construction. Ainsi, ce qui avait été concédé en l'an V, c'était une matière dont on retirait du bitume, qui en contenait beaucoup, qui était, sous ce rapport, d'une exploitation facile; peut-on, dès lors, admettre que la concession comprend une matière qui n'en produit pas, ou qui, du moins, n'en pourrait produire qu'avec des frais tels qu'on n'y doit pas songer?

D'une part, il s'agissait de couches qui plongeaient généralement dans la terre, qu'on exploitait souvent par galeries. De l'autre, il s'agit d'une roche qui existe à la surface, dans les parties élevées, qui n'a rien de commun avec la mine concédée, qui n'en est pas l'affleurement, qui en diffère par sa nature, par ses propriétés, par son gisement.

Thivencelles, à raison des recherches auxquelles ils se livraient dans des terrains qui, suivant elle, appartiennent à sa concession de Vieux-Condé, tandis qu'ils soutiennent que ces terrains sont entièrement libres.

L'administration a dû revendiquer la connaissance d'un débat qui, dans l'état des choses, ne pouvait être du ressort de l'autorité judiciaire. L'ordonnance de 1841 ayant décidé que la concession de Vieux-Condé ne comprend pas tout le territoire que réclamait la compagnie d'Anzin, puisqu'elle en retire une partie pour l'affecter à la concession de Fresnes, cette ordonnance ayant été attaquée par la compagnie, il s'élevait une question d'interprétation dont la solution n'appartient point aux tribunaux. Cette interprétation des titres des concessions doit émaner exclusivement du pouvoir qui les a instituées, non d'un autre pouvoir qui y est complétement étranger.

On comprend très-bien que l'administration ait déclaré en 1835 que les difficultés élevées entre les compagnies de Bruille et d'Anzin étaient du ressort des tribunaux. Alors en effet il ne s'agissait que du territoire d'Hergnies. Toute l'étendue de ce territoire fait, sans aucun doute, d'après les termes de l'arrêt de 1751, partie de la concession de Vieux-Condé. L'article 28 de la loi du 21 avril 1810 attribuait à l'autorité judiciaire la connaissance du litige.

Il en est autrement des terrains qui sont en dehors de ce territoire. La compagnie d'Anzin considère l'arrêt du 14 octobre 1749, comme ne pouvant prêter à aucun doute. Elle soutient d'ailleurs que tous les actes qui sont intervenus ont donné une nouvelle force à ses droits. Il a paru à l'administration que l'arrêt de 1749 n'a pas toute la précision que lui attribue la compagnie d'Anzin, que les actes postérieurs sur lesquels elle s'appuie n'ont point résolu la question des limites de la concession de Vieux-Condé ; que cette question doit être examinée d'une manière complète et décidée par l'autorité qui seule a le droit de statuer définitivement.

L'arrêt de 1749 accorde au prince de Croy la permission d'exploiter le charbon de terre *dans ses terres de Condé et de Vieux-Condé, au delà de l'Escaut.* Les expressions de l'arrêt s'appliquent-elles, comme celui de

1751 pour Hergnies, aux territoires tout entiers de Condé et de Vieux-Condé? Veulent-elles dire qu'il s'agit seulement des propriétés territoriales de l'impétrant, ou bien de toutes les terres comprises dans sa seigneurie, de toutes celles qui constituaient sa haute justice? Et dans cette dernière hypothèse, la haute justice du prince s'exerçait-elle dans toute l'étendue des deux territoires? La solution de ces questions, ajoutait le ministre, ne semble pas ressortir complétement de la décision de 1806. On s'est attaché particulièrement, à cette époque, à prouver que les droits de seigneur haut-justicier appartenaient au prince de Croy dans le territoire d'Hergnies tout entier, parce que c'était là surtout que la compagnie Delasalle entendait contester à la compagnie d'Anzin son titre de concessionnaire; qu'elle voulait faire déclarer qu'Hergnies avait, dans l'origine, formé une concession distincte, et que cette concession était périmée. Toutes ces prétentions ont été écartées, et elles ont dû l'être; mais quelles que soient les opinions exprimées alors, on ne saurait voir dans les termes de la décision qui a suivi, une énonciation explicite des limites réelles de la concession.

Le conseil d'État, lorsqu'il a déclaré en 1806 que la compagnie d'Anzin avait rempli les formes voulues par les lois, et qu'il n'y avait aucune déchéance à lui opposer pour aucune de ses concessions, a fait une chose éminemment juste. Elle avait été reconnue propriétaire de ces concessions, on en proclamait de nouveau l'existence légale. Mais autre chose est la reconnaissance de cette possession légitime d'une concession, autre chose est la fixation précise de son périmètre. Or ici, disait le ministre, cette fixation ne se trouve ni dans la décision de 1806, ni dans celle de l'administration départementale, du 6 prairial an IV. La concession de Vieux-Condé avait moins de six lieues carrées, mais cela dispensait-il d'en tracer régulièrement les limites? Non assurément; car on ne comprendrait pas qu'il pût exister de telles propriétés sans que leur consistance réelle fût bien connue.

D'après l'arrêté de l'an IV, cette concession aurait une lieue carrée environ. Le plan de 1835 attribue à cette même concession le double de ce périmètre. Sans doute, on peut admettre qu'il y a eu erreur en l'an IV, que la

compagnie n'ayant point alors à sa disposition ses anciens titres aura été elle-même la cause involontaire de cette erreur, qui ne saurait, dans aucun cas, lui être opposée comme une fin de non-recevoir contre toute extension. Cela est vrai ; mais si l'arrêté de l'an IV n'est point définitif en ce sens, on ne peut non plus reconnaître ce caractère au plan de 1835. Si personne ne conteste l'existence légale de la concession de Vieux-Condé, on n'est pas fixé également sur son étendue. L'ordonnance du 14 septembre 1841, en retranchant de la concession de Fresnes une portion que ce plan de 1835 attribuait à celle de Vieux-Condé, indique assez que la question n'avait point été jusques-là définitivement résolue. A cet égard, elle reste entière ; et la solution doit d'autant plus demeurer dans le domaine administratif qu'elle se rattache aux autres concessions instituées par des ordonnances dont la révision, consentie par l'administration, a été demandée devant le conseil d'État, par la compagnie d'Anzin elle-même. L'examen des diverses questions qui se présentent ne peut être scindé en aucune façon. On ne peut déférer les unes à l'administration, les autres aux tribunaux.

En résumé, une ancienne concession a été instituée. Il ne paraît point que ses limites soient explicitement définies. C'est un devoir pour l'administration de rechercher quelle a été l'intention réelle du titre qui l'a créée. Et ce devoir, elle est tenue de le remplir, abstraction faite de tous les débats privés. Il ne s'agit point, en effet, de ces discussions élevées entre des exploitants voisins, propriétaires de concessions dont les titres constitutifs ne sont point contestés par l'administration. Alors les tribunaux, aux termes du second paragraphe de l'article 56 de la loi de 1810, seraient compétents. Mais, ni ce paragraphe ni l'article relatif aux oppositions motivées sur la propriété des mines acquise par concession ou autrement, ne sont ici applicables. Il s'agit en effet de difficultés élevées entre l'administration elle-même et d'anciens exploitants, relativement à la délimitation des mines, et qui doivent être décidées par l'acte de concession. Les titres ont besoin d'être interprétés ; et cette interprétation, cela résulte de tous les précédents, ne peut être donnée que par l'administration.

Il n'en était point de même des discussions relatives à la demande que la compagnie de Bruille avait formée

en 1835, sur le territoire d'Hergnies, puisque tout ce territoire faisait, sans conteste, partie de la concession.

M. le ministre des travaux publics a conclu, par les considérations qu'on vient de lire, à ce que l'arrêté de conflit élevé par le préfet fût approuvé.

Il l'a été en effet par une ordonnance du 30 décembre 1843 (1), en tant qu'il avait revendiqué pour l'autorité administrative l'interprétation des arrêts de 1749 et de 1751 et de l'avis du conseil d'État, de 1806.

On avait soutenu que ce conflit était prématuré, parce qu'il aurait fallu, avant tout, que le tribunal saisi de la réclamation de la compagnie d'Anzin, déclarât s'il y avait lieu à faire interpréter les actes invoqués par elle à l'appui de ses prétentions. Il est effectivement de principe, d'après la jurisprudence du conseil d'État, que si des particuliers contestent le sens d'actes administratifs, à l'occasion d'un débat sur leurs intérêts privés, ils ne peuvent demander d'eux-mêmes à l'autorité administrative l'interprétation de ces actes. Il faut qu'elle ait été déclarée nécessaire par l'autorité judiciaire ou par l'autorité administrative. Mais dans l'espèce, ce principe ne pouvait être invoqué. En effet, il ne s'agissait point uniquement d'un débat entre particuliers. Il y avait autre chose que les dires contradictoires des parties. Il y avait l'intervention du préfet, qui, au nom de l'administration, déclarait que l'interprétation était nécessaire. On ne pouvait donc subordonner la question d'interprétation à une déclaration des tribunaux. Donc le conflit était élevé à propos et en temps utile.

CARRIÈRES.

L'exploitation des carrières à ciel ouvert est placée sous la surveillance de la police. — Les anciens règlements sont applicables là où il n'y a point de règlement spécial. — Un préfet est fondé à prendre, en vertu de ces anciens règlements et des lois de police, les dispositions qu'exige la conservation des hommes et des choses.

Un accident grave était arrivé dans l'une des exploitations de carrières de Pommiers, département du Rhône.

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, p. 751.

Deux ouvriers avaient été tués et deux autres grièvement blessés dans un éboulement. Le maire de la commune, en faisant part de ce malheureux événement, déclarait que toutes ces carrières, qui sont exploitées à ciel ouvert, présentaient de grands dangers ; sur le rapport et conformément aux propositions des ingénieurs des mines, M. le préfet a pris un arrêté qui prescrit les mesures qu'exigeait la sûreté des ouvriers et des habitations de la surface.

Il a enjoint d'opérer les travaux par gradins, *sans surplomb*, et a fixé à 4 mètres le maximum de hauteur des gradins. En même temps il a interdit de pratiquer les fouilles à une distance moindre de 10 mètres des chemins à voitures, édifices ou constructions quelconques.

Les exploitants ont attaqué cet arrêté devant M. le ministre des travaux publics. Ils contestaient qu'un acte de cette nature pût régulièrement émaner de la seule autorité du préfet. Ils critiquaient aussi plusieurs des dispositions qui y sont contenues. Ces dispositions, conformes aux plus simples règles de l'exploitation à découvert, et qui étaient commandées ici par la sûreté publique, n'étaient en outre que l'application des anciens arrêts qui doivent être considérés comme étant toujours en vigueur dans les localités où il n'existe pas jusqu'à présent de règlement spécial pour les carrières.

Les arrêts du conseil, des 14 mars 1741 et 5 avril 1772, la déclaration du roi, du 13 janvier 1779, confirmée par celle du 17 mars 1780, défendaient d'ouvrir aucune espèce de carrières à moins de 30 toises des routes, grands chemins et édifices quelconques, et prescrivaient, pour les tranchées à découvert, de couper les terres en retraites par banquettes et avec talus suffisants pour empêcher les éboulements.

L'article 81 de la loi du 21 avril 1810 ayant disposé que l'exploitation des carrières à ciel ouvert a lieu sous la surveillance de la police et avec l'observation des lois ou règlements généraux ou locaux, les exploitants de la commune de Pommiers se trouvaient soumis aux arrêts ci-dessus rappelés. L'arrêté du préfet a eu pour objet d'en assurer l'exécution. Il a accordé toute la tolérance qui était compatible avec les circonstances locales, en bornant à 10 mètres la distance à réserver aux abords des chemins et propriétés bâties, et à 4 mètres le maximum

de hauteur des gradins. Loin d'imposer des conditions trop restrictives, il est aussi favorable qu'il pouvait l'être aux intérêts des exploitants.

S'il devient indispensable d'assujettir ces exploitations à d'autres dispositions, de formuler un règlement plus complet, analogue à ceux qui ont été établis dans divers départements, il y sera pourvu. Ce n'est pas de cela qu'il s'agissait dans la circonstance actuelle. La conservation des hommes et des choses était gravement compromise. Il y avait une grande urgence dans les mesures à prendre, et le préfet était autorisé à les prescrire, tant en vertu des anciens règlements sur la matière et de la loi du 21 avril 1810, que des lois relatives à la voirie qui ont confié aux autorités locales le soin de veiller à tous les objets qui intéressent la sûreté et la salubrité publiques. En présence des dangers qui avaient causé la mort de plusieurs ouvriers, il était impossible de ne pas faire cesser immédiatement les vices de l'exploitation.

L'arrêté attaqué était donc parfaitement fondé en fait et en droit; seulement une de ses dispositions a paru étrangère aux travaux d'extraction proprement dits : c'est celle qui prescrivait d'élargir et réparer les maisons d'habitation dont la solidité aurait été mise en péril par des excavations. S'il devient nécessaire de consolider lesdites habitations, il sera statué à cet égard par des mesures spéciales, conformément à ce qu'indiquent en pareil cas les déclarations du roi, des 18 juillet 1729 et 18 août 1730. Cet objet devait être laissé à part, comme ne rentrant pas directement dans le fait des carrières.

Sauf cette réserve, et conformément à l'avis du conseil général des mines, M. le ministre des travaux publics a approuvé l'arrêté du préfet, et rejeté le pourvoi des réclamants.

MINERAIS DE FER. — USINES.

On ne peut, par des approvisionnements anticipés en faveur d'une usine, porter préjudice aux besoins des autres usines situées comme elle dans le rayon de voisinage.

La compagnie dite *des hauts-fourneaux du nord*, dont les établissements sont situés à Dousies-lès-Maubeuge,

avait annoncé à M. le préfet du Nord, au mois de mai 1842, qu'elle avait l'intention de faire marcher deux fourneaux à la fois, et elle avait demandé que chacun de ces feux fût compris dans les partages de minerai qui auraient lieu entre les usines de la localité.

Les ingénieurs des mines ont exposé que le second haut-fourneau annoncé comme devant être remis en activité et qui était alors en réparation, ne pourrait se trouver en état de service avant un certain temps; qu'à cette époque, la compagnie, au moyen des approvisionnements qu'elle possédait déjà, et des nouvelles extractions opérées par elle, aurait une quantité de minerai suffisante pour faire marcher ensemble ses deux fourneaux pendant environ quinze mois; qu'ainsi, sa demande ne paraissait pas devoir être accueillie.

Le préfet a adopté ces conclusions.

La compagnie a réclamé devant M. le ministre des travaux publics.

Sa réclamation n'était pas de nature à être admise.

En principe, on conçoit qu'un haut-fourneau, lorsqu'il a été légalement autorisé et qu'il est en construction, peut avoir droit d'entrer en partage des minerais existants dans le rayon de voisinage, quoiqu'il ne fonctionne point encore. Il convient en effet d'assurer son roulement pour le moment où il sera mis en activité. Il est indispensable que des ressources lui soient ménagées à l'avance; mais on conçoit aussi qu'il doit y avoir une limite à ces approvisionnements anticipés. Autrement on s'exposerait à laisser accumuler pour ce fourneau, et au détriment des usines voisines, une matière première qui doit être partagée entre les maîtres de forges en proportion de leurs besoins. Les mêmes considérations s'appliquent à un fourneau qui, tel que celui dont il s'agissait dans l'espèce, est permissionné et établi depuis quelques années, mais qui jusqu'alors avait fonctionné seul, et que l'on se dispose à faire marcher simultanément avec d'autres feux. On doit, dans le partage des minerais, tenir compte de son roulement prochain, en bornant, toutefois, son affouage à ce qui lui sera réellement nécessaire. C'est au préfet, conformément à l'art. 64 de la loi du 21 avril 1810, à déterminer dans chaque cas cette limite, sur le rapport des ingénieurs des mines, et d'après les diverses circonstances locales. Quand on a garanti le roulement d'une usine pour

un certain espace de temps, on a fait tout ce qui était convenable; l'on doit attendre, pour l'admettre à de nouvelles distributions de minerais, qu'elle ait consommé une partie de ses approvisionnements.

Or, il était constant, dans l'affaire actuelle, que la compagnie aurait pour plus d'une année encore des approvisionnements assurés à l'époque où ses deux hauts-fourneaux seraient en état de marcher ensemble. Il n'y avait donc point lieu d'accueillir sa réclamation, et M. le ministre des travaux publics l'a rejetée, conformément à l'avis du conseil général des mines, par décision du 26 octobre 1843.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

Machines et chaudières à vapeur.

Ordonnance du 22 mai 1843 (1), relative aux machines et chaudières à vapeur autres que celles qui sont placées sur des bateaux.

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics;

Vu les ordonnances des 29 octobre 1823, 7 mai 1828, 23 septembre 1829 et 25 mars 1830, concernant les machines et chaudières à vapeur;

L'ordonnance du 22 juillet 1839, relative aux locomotives employées sur les chemins de fer;

Les rapports de la commission centrale des machines à vapeur établie près de notre ministre des travaux publics;

Notre conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. Seront soumises aux formalités et aux mesures de sûreté prescrites par la présente ordonnance, les machines à vapeur et les chaudières fermées dans lesquelles on doit produire de la vapeur.

Les machines et chaudières établies à bord des bateaux seront réglées par une ordonnance spéciale.

---

(1) On a annoncé dans la 3e livraison de 1843, que cette ordonnance et celle du 23 mai concernant les bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves et rivières, seraient insérées dans la 6e livraison, afin de réunir dans le même n°, et les ordonnances et les instructions et circulaires qui s'y rapportent. Voir ci-après, pages 682, 755, 767, 806, 814 et 824.

TITRE PREMIER.

DISPOSITIONS RELATIVES A LA FABRICATION ET AU COMMERCE DES MACHINES OU CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Art. 2. Aucune machine ou chaudière à vapeur ne pourra être livrée par un fabricant, si elle n'a subi les épreuves prescrites ci-après. Lesdites épreuves seront faites à la fabrique, sur la déclaration des fabricants, et d'après les ordres des préfets, par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par les ingénieurs des ponts et chaussées.

Art. 3. Les chaudières ou machines à vapeur venant de l'étranger devront être pourvues des mêmes appareils de sûreté que les machines et chaudières d'origine française, et subir les mêmes épreuves. Ces épreuves seront faites au lieu désigné par le destinataire dans la déclaration qu'il devra faire à l'importation.

TITRE II.

DISPOSITIONS RELATIVES A L'ÉTABLISSEMENT DES MACHINES ET DES CHAUDIÈRES A VAPEUR PLACÉES A DEMEURE AILLEURS QUE DANS LES MINES.

SECTION 1re. — DES AUTORISATIONS.

Art. 4. Les machines à vapeur et les chaudières à vapeur, tant à haute pression qu'à basse pression, qui sont employées à demeure partout ailleurs que dans l'intérieur des mines, ne pourront être établies qu'en vertu d'une autorisation délivrée par le préfet du département, conformément à ce qui est prescrit par le décret du 15 octobre 1810 pour les établissements insalubres et incommodes de deuxième classe.

Art. 5. La demande en autorisation sera adressée au préfet. Elle fera connaître :

1° La pression maximum de la vapeur, exprimée en atmosphères et en fractions décimales d'atmosphère, sous laquelle les machines à vapeur ou les chaudières à vapeur devront fonctionner ;

2° La force de ces machines exprimée en chevaux (le cheval-vapeur étant la force capable d'élever un poids de

75 kilogrammes à un mètre de hauteur, dans une seconde de temps) ;

3° La forme des chaudières, leur capacité, et celle de leurs tubes bouilleurs, exprimées en mètres cubes ;

4° Le lieu et l'emplacement où elles devront être établies, et la distance où elles se trouveront des bâtiments appartenant à des tiers et de la voie publique ;

5° La nature du combustible que l'on emploiera ;

6° Enfin, le genre d'industrie auquel les machines ou les chaudières devront servir.

Un plan des localités et le dessin géométrique de la chaudière seront joints à la demande.

Art. 6. Le préfet renverra immédiatement la demande en autorisation, avec les plans, au sous-préfet de l'arrondissement, pour être transmise au maire de la commune.

Art. 7. Le maire procédera immédiatement à des informations *de commodo et incommodo*. La durée de cette enquête sera de dix jours.

Art. 8. Cinq jours après qu'elle sera terminée, le maire adressera le procès-verbal de l'enquête, avec son avis, au sous-préfet, lequel, dans un semblable délai, transmettra le tout au préfet, en y joignant également son avis.

Art. 9. Dans le délai de quinze jours, le préfet, après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, de l'ingénieur des ponts et chaussées, statuera sur la demande en autorisation.

L'ingénieur signalera, s'il y a lieu, dans son avis, les vices de construction qui pourraient devenir des causes de danger, et qui proviendraient soit de la mauvaise qualité des matériaux, soit de la forme de la chaudière, ou du mode de jonction de ses diverses parties. Il indiquera les moyens d'y remédier, si cela est possible.

Art. 10. L'arrêté par lequel le préfet autorisera l'établissement d'une machine ou d'une chaudière à vapeur indiquera :

1° Le nom du propriétaire ;

2° La pression maximum de la vapeur, exprimée en nombre d'atmosphères, sous laquelle la machine ou la chaudière devra fonctionner, et les numéros des timbres dont la machine et la chaudière auront été frappées, ainsi qu'il est prescrit ci-après, article 19 ;

3° La force de la machine, exprimée en chevaux ;

4° La forme et la capacité de la chaudière ;

5° Le diamètre des soupapes de sûreté, la charge de ces soupapes ;

6° La nature du combustible dont il sera fait usage ;

7° Le genre d'industrie auquel servira la machine ou la chaudière à vapeur.

Art. 11. Le recours au conseil d'État est ouvert au demandeur contre la décision du préfet qui aurait refusé d'autoriser l'établissement d'une machine ou chaudière à vapeur.

S'il a été formé des oppositions à l'autorisation, les opposants pourront se pourvoir devant le conseil de préfecture contre la décision du préfet qui aurait accordé l'autorisation, sauf recours au conseil d'État.

Les décisions du préfet relatives aux conditions de sûreté que les machines ou chaudières à vapeur doivent présenter ne seront susceptibles de recours que devant notre ministre des travaux publics.

Art. 12. Les machines et les chaudières à vapeur ne pourront être employées qu'après qu'on aura satisfait aux conditions imposées dans l'arrêté d'autorisation.

Art. 13. L'arrêté du préfet sera affiché pendant un mois à la mairie de la commune où se trouve l'établissement autorisé. Il en sera, de plus, déposé une copie aux archives de la commune; il devra, d'ailleurs, être donné communication dudit arrêté à toute partie intéressée qui en fera la demande.

SECTION II. — ÉPREUVES DES CHAUDIÈRES ET DES AUTRES PIÈCES CONTENANT LA VAPEUR.

Art. 14. Les chaudières à vapeur, leurs tubes bouilleurs et les réservoirs à vapeur ; les cylindres en fonte des machines à vapeur et les enveloppes en fonte de ces cylindres, ne pourront être employés dans un établissement quelconque sans avoir été soumis préalablement, et ainsi qu'il est prescrit au titre premier de la présente ordonnance, à une épreuve opérée à l'aide d'une pompe de pression.

Art. 15. La pression d'épreuve sera un multiple de la *pression effective*, ou autrement de la plus grande tension que la vapeur pourra avoir dans les chaudières et autres

pièces contenant la vapeur, diminuée de la pression extérieure de l'atmosphère.

On procédera aux épreuves en chargeant les soupapes des chaudières de poids proportionnels à la pression effective, et déterminés suivant la règle indiquée en l'article 24.

A l'égard des autres pièces, la charge d'épreuve sera appliquée sur la soupape de la pompe de pression.

Art. 16. Pour les chaudières, tubes bouilleurs et réservoirs en tôle ou en cuivre laminé, la pression d'épreuve sera *triple* de la pression effective.

Cette pression d'épreuve sera *quintuple* pour les chaudières et tubes bouilleurs en fonte.

Art. 17. Les cylindres en fonte des machines à vapeur, et les enveloppes en fonte de ces cylindres seront éprouvés sous une pression *triple* de la pression effective.

Art. 18. L'épaisseur des parois des chaudières cylindriques en tôle ou en cuivre laminé sera réglée conformément à la table n° 1 annexée à la présente ordonnance.

L'épaisseur de celles de ces chaudières qui, par leurs dimensions et par la pression de la vapeur, ne se trouveraient pas comprises dans la table, sera déterminée d'après la règle énoncée à la suite de ladite table; toutefois, cette épaisseur ne pourra dépasser 15 millimètres.

Les épaisseurs de la tôle devront être augmentées s'il s'agit de chaudières formées, en partie ou en totalité, de faces planes, ou bien de conduits intérieurs, cylindriques ou autres, traversant l'eau ou la vapeur, et servant, soit de foyers, soit à la circulation de la flamme. Ces chaudières et conduits devront de plus être, suivant les cas, renforcés par des armatures suffisantes.

Art. 19. Après qu'il aura été constaté que les parois des chaudières en tôle ou en cuivre laminé ont les épaisseurs voulues, et après que les chaudières, les tubes bouilleurs, les réservoirs de vapeur, les cylindres en fonte et les enveloppes en fonte de ces cylindres auront été éprouvés, il y sera appliqué des timbres indiquant, en nombre d'atmosphères, le degré de tension intérieure que la vapeur ne devra pas dépasser. Ces timbres seront placés de manière à être toujours apparents, après la mise en place des chaudières et cylindres.

Art. 20. Les chaudières qui auront des faces planes seront dispensées de l'épreuve, mais sous la condition que la

force élastique ou la tension de la vapeur ne devra pas s'élever, dans l'intérieur de ces chaudières, à plus d'*une atmosphère et demie*.

Art. 21. L'épreuve sera recommencée sur l'établissement dans lequel les machines ou chaudières doivent être employées, 1° si le propriétaire de l'établissement la réclame; 2° s'il y a eu, pendant le transport ou lors de la mise en place, des avaries notables; 3° si des modifications ou réparations quelconques ont été faites depuis l'épreuve opérée à la fabrique.

SECTION III. — Des appareils de sureté dont les chaudières a vapeur doivent être munies.

§ Ier. — *Des soupapes de sûreté.*

Art. 22. Il sera adapté à la partie supérieure de chaque chaudière deux soupapes de sûreté, une vers chaque extrémité de la chaudière.

Le diamètre des orifices de ces soupapes sera réglé d'après la surface de chauffe de la chaudière et la tension de la vapeur dans son intérieur, conformément à la table n° 2 annexée à la présente ordonnance.

Art. 23. Chaque soupape sera chargée d'un poids unique, agissant soit directement, soit par l'intermédiaire d'un levier.

Chaque poids recevra l'empreinte d'un poinçon. Dans le cas où il serait fait usage de leviers, ils devront être également poinçonnés. La quotité des poids et la longueur des leviers seront fixées par l'arrêté d'autorisation mentionné à l'article 10.

Art. 24. La charge maximum de chaque soupape de sûreté sera déterminée en multipliant 1k,033 par le nombre d'atmosphères mesurant la pression effective, et par le nombre de centimètres carrés mesurant l'orifice de la soupape.

La largeur de la surface annulaire de recouvrement ne devra pas dépasser la trentième partie de la surface circulaire exposée directement à la pression de la vapeur, et cette largeur, dans aucun cas, ne devra excéder deux millimètres.

§ II. — *Des manomètres.*

Art. 25. Toute chaudière à vapeur sera munie d'un manomètre à mercure, gradué en atmosphères et en fractions

décimales d'atmosphère, de manière à faire connaître immédiatement la tension de la vapeur dans la chaudière.

Le tuyau qui amènera la vapeur au manomètre sera adapté directement sur la chaudière, et non sur le tuyau de prise de vapeur ou sur tout autre tuyau dans lequel la vapeur serait en mouvement.

Le manomètre sera placé en vue du chauffeur.

Art. 26. On fera usage du manomètre à air libre, c'est-à-dire ouvert à sa partie supérieure, toutes les fois que la pression effective de la vapeur ne dépassera pas quatre atmosphères.

On emploiera toujours le manomètre à air libre, quelle que soit la pression effective de la vapeur, pour les chaudières mentionnées à l'article 43.

Art. 27. On tracera sur l'échelle de chaque manomètre, d'une manière apparente, une ligne qui répondra au numéro de cette échelle que le mercure ne devra pas dépasser.

§ III. — *De l'alimentation et des indicateurs du niveau de l'eau dans les chaudières.*

Art. 28. Toute chaudière sera munie d'une pompe d'alimentation, bien construite et en bon état d'entretien, ou de tout autre appareil alimentaire d'un effet certain.

Art. 29. Le niveau que l'eau doit avoir habituellement dans chaque chaudière sera indiqué, à l'extérieur, par une ligne tracée d'une manière très-apparente sur le corps de la chaudière ou sur le parement du fourneau.

Cette ligne sera d'un décimètre au moins au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux, tubes ou conduits de la flamme et de la fumée dans le fourneau.

Art. 30. Chaque chaudière sera pourvue d'un *flotteur d'alarme*, c'est-à-dire qui détermine l'ouverture d'une issue par laquelle la vapeur s'échappe de la chaudière, avec un bruit suffisant pour avertir, toutes les fois que le niveau de l'eau dans la chaudière vient à s'abaisser de cinq centimètres au-dessous de la ligne d'eau dont il est fait mention à l'article 29.

Art. 31. La chaudière sera, en outre, munie de l'un des trois appareils suivants : 1° un flotteur ordinaire d'une mobilité suffisante ; 2° un tube indicateur en verre ; 3° des robinets indicateurs convenablement placés à des

niveaux différents. Ces appareils indicateurs seront, dans tous les cas, disposés de manière à être en vue du chauffeur.

§ IV. — *Des chaudières multiples.*

Art. 32. Si plusieurs chaudières sont destinées à fonctionner ensemble, elles devront être disposées de manière à pouvoir, au besoin, être rendues indépendantes les unes des autres.

En conséquence, chaque chaudière sera alimentée séparément, et devra être munie de tous les appareils de sûreté prescrits par la présente ordonnance.

SECTION IV. — DE L'EMPLACEMENT DES CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Art. 33. Les conditions à remplir pour l'emplacement des chaudières à vapeur dépendent de la capacité de ces chaudières, y compris les tubes bouilleurs, et de la tension de la vapeur.

A cet effet, les chaudières sont réparties en quatre catégories.

On exprimera en mètres cubes la capacité de la chaudière avec ses tubes bouilleurs, et en atmosphères la tension de la vapeur, et on multipliera les deux nombres l'un par l'autre.

Les chaudières seront dans la première catégorie quand ce produit sera plus grand que 15;

Dans la deuxième, si ce produit surpasse 7 et n'excède pas 15;

Dans la troisième, s'il est supérieur à 3 et s'il n'excède pas 7;

Dans la quatrième catégorie, s'il n'excède pas 3.

Si plusieurs chaudières doivent fonctionner ensemble dans un même emplacement, et s'il existe entre elles une communication quelconque, directe ou indirecte, on prendra, pour former le produit comme il vient d'être dit, la somme des capacités de ces chaudières, y compris celle de leurs tubes bouilleurs.

Art. 34. Les chaudières à vapeur comprises dans la première catégorie devront être établies en dehors de toute maison d'habitation et de tout atelier.

Art. 35. Néanmoins, pour laisser la faculté d'employer au chauffage des chaudières une chaleur qui autrement

TITRE III.

DISPOSITIONS RELATIVES A L'ÉTABLISSEMENT DES MACHINES A VAPEUR EMPLOYÉES DANS L'INTÉRIEUR DES MINES.

Art. 46. Les machines à vapeur placées à demeure dans l'intérieur des mines seront pourvues des appareils de sûreté prescrits par la présente ordonnance pour les machines fixes, et devront avoir subi les mêmes épreuves. Elles ne pourront être établies qu'en vertu d'autorisations du préfet délivrées sur le rapport des ingénieurs des mines.

Ces autorisations détermineront les conditions relatives à l'emplacement, à la disposition et au service habituel des machines.

TITRE IV.

DISPOSITIONS RELATIVES A L'EMPLOI DES MACHINES A VAPEUR LOCOMOBILES ET LOCOMOTIVES.

SECTION Ire. — Des machines locomobiles.

Art. 47. Sont considérées comme *locomobiles* les machines à vapeur qui, pouvant être transportées facilement d'un lieu dans un autre, n'exigent aucune construction pour fonctionner à chaque station.

Art. 48. Les chaudières et autres pièces de ces machines seront soumises aux épreuves et aux conditions de sûreté prescrites aux sections II et III du titre II de la présente ordonnance, sauf les exceptions suivantes pour celles de ces chaudières qui sont construites suivant un système tubulaire.

Lesdites chaudières pourront être éprouvées sous une pression *double* seulement de la pression effective.

On pourra, quelle que soit la tension de la vapeur dans ces chaudières, remplacer le manomètre à air libre par un manomètre à air comprimé, ou même par un thermomanomètre, c'est-à-dire par un thermomètre gradué en atmosphères et parties décimales d'atmosphère : les indications de ces instruments devront être facilement lisibles et placées en vue du chauffeur.

On pourra se dispenser d'adapter auxdites chaudières

un flotteur d'alarme, et il suffira qu'elles soient munies d'un tube indicateur en verre convenablement placé.

Art. 49. Indépendamment des timbres relatifs aux conditions de sûreté, toute locomobile recevra une plaque portant le nom du propriétaire.

Art. 50. Aucune locomobile ne pourra fonctionner à moins de 100 mètres de distance de tout bâtiment, sans une autorisation spéciale donnée par le maire de la commune. En cas de refus, la partie intéressée pourra se pourvoir devant le préfet.

Art. 51. Si l'emploi d'une machine locomobile présente des dangers, soit parce qu'il n'aurait point été satisfait aux conditions de sûreté ci-dessus prescrites, soit parce que la machine n'aurait pas été entretenue en bon état de service, le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, de l'ingénieur des ponts-et-chaussées, pourra suspendre ou même interdire l'usage de cette machine.

SECTION II. — DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Art. 52. Les machines à vapeur *locomotives* sont celles qui, en se déplaçant par leur propre force, servent au transport des voyageurs, des marchandises ou des matériaux.

Art. 53. Les dispositions de l'article 48 sont applicables aux chaudières et autres pièces de ces machines, sauf l'exception énoncée en l'article ci-après.

Art. 54. Les soupapes de sûreté des machines locomotives pourront être chargées au moyen de ressorts disposés de manière à faire connaître, en kilogrammes et en fractions décimales de kilogramme, la pression qu'ils exerceront sur les soupapes.

Art. 55. Aucune machine locomotive ne pourra être mise en service sans un *permis de circulation* délivré par le préfet du département où se trouvera le point de départ de la locomotive.

Art. 56. La demande du permis contiendra les indications comprises sous les numéros 1 et 3 de l'article 5 de la présente ordonnance, et fera connaître, de plus, le nom donné à la machine locomotive et le service auquel elle sera destinée.

Le nom de la locomotive sera gravé sur une plaque fixée à la chaudière.

Art. 57. Le préfet, après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, de l'ingénieur des ponts et chaussées, délivrera, s'il y a lieu, le permis de circulation.

Art. 58. Dans ce permis seront énoncés:

1° Le nom de la locomotive et le service auquel elle sera destinée;

2° La pression maximum (en nombre d'atmosphères) de la vapeur dans la chaudière, et les numéros des timbres dont la chaudière et les cylindres auront été frappés;

3° Le diamètre des soupapes de sûreté;

4° La capacité de la chaudière;

5° Le diamètre des cylindres et la course des pistons;

6° Enfin, le nom du fabricant et l'année de la construction;

Art. 59. Si une machine locomotive ne satisfait pas aux conditions de sûreté ci-dessus prescrites, ou si elle n'est pas entretenue en bon état de service, le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, de l'ingénieur des ponts-et-chaussées, pourra en suspendre ou même en interdire l'usage.

Art. 60. Les conditions auxquelles sera assujettie la circulation des locomotives et des convois, en tout ce qui peut concerner la sûreté publique, seront déterminées par arrêtés du préfet du département où sera situé le lieu du départ, après avoir entendu les entrepreneurs et en ayant égard, tant aux cahiers des charges des entreprises, qu'aux dispositions des règlements d'administration publique concernant les chemins de fer.

TITRE V.

DE LA SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE DES MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Art. 61. Les ingénieurs des mines et, à leur défaut, les ingénieurs des ponts-et-chaussées sont chargés, sous l'autorité des préfets, de la surveillance des machines et chaudières à vapeur.

Art. 62. Ces ingénieurs donnent leur avis sur les demandes en autorisation d'établir des machines ou des chau-

dières à vapeur, et sur les demandes de permis de circulation concernant les machines locomotives ; ils dirigent les épreuves des chaudières et des autres pièces contenant la vapeur ; ils font appliquer les timbres constatant les résultats de ces épreuves, et poinçonner les poids et les leviers des soupapes de sûreté.

Art. 63. Les mêmes ingénieurs s'assurent, au moins une fois par an, et plus souvent, lorsqu'ils en reçoivent l'ordre du préfet, que toutes les conditions de sûreté prescrites sont exactement observées.

Ils visitent les machines et les chaudières à vapeur ; ils en constatent l'état, et ils provoquent la réparation et même la réforme des chaudières et des autres pièces que le long usage ou une détérioration accidentelle leur ferait regarder comme dangereuses.

Ils proposent également de nouvelles épreuves, lorsqu'ils les jugent indispensables pour s'assurer que les chaudières et les autres pièces conservent une force de résistance suffisante, soit après un long usage, soit lorsqu'il y aura été fait des changements ou réparations notables.

Art. 64. Les mesures indiquées en l'article précédent sont ordonnées, s'il y a lieu, par le préfet, après avoir entendu les propriétaires, lesquels pourront, d'ailleurs, réclamer de nouvelles épreuves lorsqu'ils les jugeront nécessaires.

Art. 65. Lorsque, par suite de demandes en autorisation d'établir des machines ou des appareils à vapeur, les ingénieurs des mines ou les ingénieurs des ponts-et-chaussées auront fait, par ordre du préfet, des actes de leur ministère de la nature de ceux qui donnent droit aux allocations établies par l'article 89 du décret du 18 novembre 1810, et par l'article 75 du décret du 7 fructidor an XII, ces allocations seront fixées et recouvrées dans les formes déterminées par lesdits décrets.

Art. 66. Les autorités chargées de la police locale exerceront une surveillance habituelle sur les établissements pourvus de machines ou de chaudières à vapeur.

TITRE VI.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 67. Si, à raison du mode particulier de construc-

tion de certaines machines ou chaudières à vapeur, l'application, à ces machines ou chaudières, d'une partie des mesures de sûreté prescrites par la présente ordonnance se trouvait inutile, le préfet, sur le rapport des ingénieurs, pourra autoriser l'établissement de ces machines et chaudières, en les assujettissant à des conditions spéciales.

Si, au contraire, une chaudière ou machine paraît présenter des dangers d'une nature particulière, et s'il est possible de les prévenir par des mesures que la présente ordonnance ne rend point obligatoires, le préfet, sur le rapport des ingénieurs, pourra accorder l'autorisation demandée, sous les conditions qui seront reconnues nécessaires.

Dans l'un et l'autre cas, les autorisations données par le préfet seront soumises à l'approbation de notre ministre des travaux publics.

Art. 68. Lorsqu'une chaudière à vapeur sera alimentée par des eaux qui auraient la propriété d'attaquer d'une manière notable le métal de cette chaudière, la tension intérieure de la vapeur ne devra pas dépasser une atmosphère et demie, et la charge des soupapes sera réglée en conséquence. Néanmoins, l'usage des chaudières contenant la vapeur sous une tension plus élevée sera autorisé, lorsque la propriété corrosive des eaux d'alimentation sera détruite, soit par une distillation préalable, soit par l'addition de substances neutralisantes, ou par tout autre moyen reconnu efficace.

Il est accordé un délai d'un an, à dater de la présente ordonnance, aux propriétaires des machines à vapeur alimentées par des eaux corrosives, pour se conformer aux prescriptions du présent article. Si, dans ce délai, ils ne s'y sont point conformés, l'usage de leurs appareils sera interdit par le préfet.

Art. 69. Les propriétaires et chefs d'établissements veilleront :

1° A ce que les machines et chaudières à vapeur et tout ce qui en dépend soient entretenus constamment en bon état de service;

2° A ce qu'il y ait toujours, près des machines et chaudières, des manomètres de rechange, ainsi que des tubes indicateurs de rechange, lorsque ces tubes seront au nom-

bre des appareils employés pour indiquer le niveau de l'eau dans les chaudières;

3° A ce que lesdites machines et chaudières soient chauffées, manœuvrées et surveillées suivant les règles de l'art.

Conformément aux dispositions de l'article 1384 du Code civil, ils seront responsables des accidents et dommages résultant de la négligence ou de l'incapacité de leurs agents.

Art. 70. Il est défendu de faire fonctionner les machines et les chaudières à vapeur à une pression supérieure au degré déterminé dans les actes d'autorisation, et auquel correspondront les timbres dont ces machines et chaudières seront frappées.

Art. 71. En cas de changements ou de réparations notables qui seraient faits aux chaudières ou aux autres pièces passibles des épreuves, le propriétaire devra en donner avis au préfet, qui ordonnera, s'il y a lieu, de nouvelles épreuves, ainsi qu'il est dit aux articles 63 et 64.

Art. 72. Dans tous les cas d'épreuves, les appareils et la main-d'œuvre seront fournis par les propriétaires des machines et chaudières.

Art. 73. Les propriétaires de machines ou de chaudières à vapeur autorisées seront tenus d'adapter auxdites machines et chaudières les appareils de sûreté qui pourraient être découverts par la suite, et qui seraient prescrits par des règlements d'administration publique.

Art. 74. En cas de contravention aux dispositions de la présente ordonnance, les permissionnaires pourront encourir l'interdiction de leurs machines ou chaudières, sans préjudice des peines, dommages et intérêts qui seraient prononcés par les tribunaux. Cette interdiction sera prononcée par arrêtés des préfets, sauf recours devant notre ministre des travaux publics. Ce recours ne sera pas suspensif.

Art. 75. En cas d'accident, l'autorité chargée de la police locale se transportera, sans délai, sur les lieux, et le procès-verbal de sa visite sera transmis au préfet, et, s'il y a lieu, au procureur du roi.

L'ingénieur des mines, ou, à son défaut, l'ingénieur des ponts et chaussées se rendra aussi sur les lieux immédiatement, pour visiter les appareils à vapeur, en con-

stater l'état et rechercher la cause de l'accident. Il adressera sur le tout un rapport au préfet.

En cas d'explosion, les propriétaires d'appareils à vapeur ou leurs représentants ne devront ni réparer les constructions, ni déplacer ou dénaturer les fragments de la chaudière ou machine rompue, avant la visite et la clôture du procès-verbal de l'ingénieur.

Art. 76. Les propriétaires d'établissements aujourd'hui autorisés se conformeront, dans le délai d'un an à dater de la publication de la présente ordonnance, aux prescriptions de la section III du titre II, articles 22 à 32 inclusivement.

Quant aux dispositions relatives à l'emplacement des chaudières énoncées dans la section IV du même titre, articles 33 à 45 inclusivement, les propriétaires des établissements existants qui auront accompli toutes les obligations prescrites par les ordonnances des 29 octobre 1823, 7 mai 1828, 23 septembre 1829 et 25 mars 1830, sont provisoirement dispensés de s'y conformer; néanmoins, quand ces établissements seront une cause de danger, le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, de l'ingénieur des ponts et chaussées, et après avoir entendu le propriétaire de l'établissement, pourra prescrire la mise à exécution de tout ou partie des mesures portées en la présente ordonnance, dans un délai dont le terme sera fixé suivant l'exigence des cas.

Art. 77. Il sera publié, par notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, une nouvelle instruction sur les mesures de précaution habituelles à observer dans l'emploi des machines et des chaudières à vapeur (1).

Cette instruction sera affichée à demeure dans l'enceinte des ateliers.

Art. 78. L'établissement et la surveillance des machines et appareils à vapeur qui dépendent des services spéciaux de l'état sont régis par des dispositions particulières, sauf les conditions qui peuvent intéresser les tiers, relativement à la sûreté et à l'incommodité, et en se conformant aux prescriptions du décret du 15 octobre 1810.

Art. 79. Les attributions données aux préfets des dé-

---

(1) Voir cette instruction ci-après, page 806.

partements par la présente ordonnance seront exercées par le préfet de police dans toute l'étendue du département de la Seine, et dans les communes de Saint-Cloud, Meudon et Sèvres, du département de Seine-et-Oise.

Art. 80. Les ordonnances royales des 29 octobre 1823, 7 mai 1828, 23 septembre 1829, 25 mars 1830 et 22 juillet 1839, concernant les machines et chaudières à vapeur, sont rapportées.

Art. 81. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Fait au Palais des Tuileries, le 22 mai 1843.

Signé LOUIS-PHILIPPE.

Par le roi :

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

TABLE N° I. *Table des épaisseurs à donner aux chaudières à vapeur cylindriques en tôle ou en cuivre laminé* (*).

Diamètres des chaudières.	NUMÉROS DES TIMBRES EXPRIMANT LES TENSIONS DE LA VAPEUR.						
	2 atmosph.	3 atmosph.	4 atmosph.	5 atmosph.	6 atmosph.	7 atmosph.	8 atmosph.
mèt.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
0,50	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
0,55	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,94	9,93
0,60	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
0,65	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
0,70	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
0,75	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
0,80	4,44	5,88	7,32	8,76	10,20	11,64	13,08
0,85	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
0,90	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
0,95	4,71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
1,00	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	15,60

(*) Pour obtenir l'épaisseur que l'on doit donner aux chaudières, il faut multiplier le diamètre de la chaudière, exprimé en mètres et fractions décimales du mètre, par la pression effective de la vapeur, exprimée en atmosphères, et par le nombre fixe 18; prendre la dixième partie du produit ainsi obtenu et y ajouter le nombre fixe 3. Le résultat exprimera en millimètres et en fractions décimales du millimètre, l'épaisseur cherchée.

des chaudières.	1 1/2 atmosph.	2 atmosph.	2 1/2 atmosph.	3 atmosph.	3 1/2 atmosph.	4 atmosph.	4 1/2 atmosph.	5 atmosph.	5 1/2 atmosph.	6 atmosph.
mèt. quarr.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.	centim.
1	2,493	2,063	1,799	1,616	1,479	1,372	1,286	1,214	1,152	1,100
2	3,525	2,918	2,544	2,286	2,092	1,941	1,818	1,716	1,630	1,555
3	4,317	3,573	3,116	2,799	2,563	2,377	2,227	2,102	1,996	1,905
4	4,985	4,126	3,598	3,232	2,959	2,745	2,572	2,427	2,305	2,200
5	5,574	4,613	4,023	3,614	3,308	3,069	2,875	2,714	2,578	2,459
6	6,106	5,054	4,407	3,958	3,624	3,362	3,149	2,973	2,823	2,694
7	6,595	5,458	4,760	4,276	3,914	3,631	3,402	3,211	3,045	2,910
8	7,050	5,835	5,089	4,571	4,185	3,882	3,637	3,433	3,260	3,111
9	7,478	6,189	5,398	4,848	4,438	4,117	3,857	3,641	3,458	3,299
10	7,882	6,524	5,690	5,110	4,679	4,340	4,066	3,838	3,645	3,478
11	8,267	6,843	5,967	5,360	4,907	4,552	4,265	4,025	3,823	3,648
12	8,635	7,147	6,233	5,598	5,125	4,754	4,454	4,204	3,993	3,810
13	8,987	7,439	6,487	5,827	5,334	4,949	4,636	4,376	4,156	3,965
14	9,325	7,720	6,732	6,047	5,536	5,138	4,811	4,541	4,312	4,124
15	9,654	7,990	6,968	6,259	5,730	5,316	4,980	4,701	4,464	4,259
16	9,970	8,253	7,197	6,464	5,918	5,490	5,143	4,854	4,610	4,399
17	10,277	8,506	7,418	6,663	6,100	5,659	5,302	5,004	4,752	4,534
18	10,575	8,753	7,633	6,841	6,277	5,823	5,455	5,149	4,890	4,666
19	10,865	8,993	7,842	7,044	6,449	5,982	5,605	5,290	5,024	4,794
20	11,147	9,227	8,046	7,227	6,616	6,138	5,750	5,428	5,154	4,918
21	11,423	9,454	8,245	7,389	6,780	6,289	5,892	5,561	5,282	5,040
22	11,691	9,677	8,439	7,580	6,939	6,437	6,031	5,692	5,406	5,158
23	11,954	9,894	8,629	7,750	7,095	6,582	6,167	5,820	5,527	5,274
24	12,211	10,107	8,814	7,917	7,248	6,723	6,299	5,845	5,646	5,388
25	12,463	10,316	8,996	8,080	7,397	6,862	6,429	6,069	5,763	5,499
26	12,710	10,520	9,174	8,240	7,544	6,998	6,556	6,188	5,877	5,608
27	12,952	10,720	9,349	8,397	7,776	7,132	6,681	6,306	5,989	5,715
28	13,190	10,917	9,520	8,551	7,828	7,262	6,804	6,422	6,099	5,819
29	13,423	11,110	9,689	8,703	7,967	7,391	6,924	6,535	6,207	5,922
30	13,653	11,300	9,855	8,851	8,103	7,517	7,043	6,648	6,313	6,024

(*) Pour déterminer les diamètres des soupapes de sûreté, il faut diviser la surface de chauffe de la chaudière, exprimée en mètres quarrés, par le nombre qui indique la tension maximum de la vapeur dans la chaudière, préalablement diminué du nombre 0.412; prendre la racine quarrée du quotient ainsi obtenu, et la multiplier par 2.6: le résultat exprimera, en centimètres et en fractions décimales du centimètre, le diamètre cherché.

Ordonnance du 23 mai 1843, relative aux bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves et rivières.

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'État au département des travaux publics;

Vu les ordonnances des 2 avril 1823 et 25 mai 1828, sur les bateaux à vapeur;

Les rapports de la commission centrale des machines à vapeur établies près de notre ministre des travaux publics;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1. La construction et l'emploi des bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves et rivières sont assujettis aux dispositions suivantes.

TITRE PREMIER.

DES PERMIS DE NAVIGATION.

SECTION Ire. — FORMALITÉS PRÉLIMINAIRES.

Art. 2. Aucun bateau à vapeur ne pourra naviguer sur les fleuves et rivières sans un permis de navigation.

Art. 3. Toute demande en permis de navigation sera adressée, par le propriétaire du bateau, au préfet du département où se trouvera le point de départ.

Art. 4. Dans sa demande, le propriétaire fera connaître:

1° Le nom du bateau;

2° Ses principales dimensions, son tirant d'eau à vide, et sa charge maximum, exprimée en tonneaux de 1,000 kilogrammes;

3° La force de l'appareil moteur, exprimée en chevaux (le cheval-vapeur étant la force capable d'élever un poids de 75 kilogrammes à un mètre de hauteur dans une seconde de temps);

4° La pression, évaluée en nombre d'atmosphères, sous laquelle cet appareil fonctionnera;

5° La forme de la chaudière;

6° Le service auquel le bateau sera destiné; les points de départ, de stationnement et d'arrivée;

7° Le nombre maximum des passagers qui pourront être reçus dans le bateau.

Un dessin géométrique de la chaudière sera joint à la demande.

Cette demande sera renvoyée par le préfet à la commission de surveillance instituée dans le département, conformément à l'article 70 de la présente ordonnance.

SECTION II. — DES VISITES ET DES ESSAIS DES BATEAUX A VAPEUR.

Art. 5. La commission de surveillance visitera le bateau à vapeur, à l'effet de s'assurer :

1° S'il est construit avec solidité, et si l'on a pris toutes les précautions requises pour le cas où il serait destiné à un service de passagers ;

2° Si l'appareil moteur a été soumis aux épreuves voulues, et s'il est pourvu des moyens de sûreté prescrits par la présente ordonnance ;

3° Si la chaudière, en raison de sa forme, du mode de jonction de ses diverses parties, de la nature des matériaux avec lesquels elle est construite, ne présente aucune cause particulière de danger ;

4° Si on a pris toutes les précautions nécessaires pour prévenir les chances d'incendie.

Art. 6. Après la visite, la commission assistera à un essai du bateau à vapeur. Elle vérifiera si l'appareil moteur a une force suffisante pour le service auquel ce bateau sera destiné, et elle constatera :

1° La hauteur des eaux lors de l'essai ;

2° Le tirant d'eau du bateau ;

3° La vitesse du bateau, en montant et en descendant ;

4° Les divers degrés de tension de la vapeur, dans l'appareil moteur, pendant la marche du bateau.

Art. 7. La commission dressera un procès-verbal de la visite et de l'essai qu'elle aura faits du bateau à vapeur, et adressera ce procès-verbal au préfet du département.

Art. 8. Si la commission est d'avis que le permis de navigation peut être accordé, elle proposera les conditions auxquelles ce permis pourra être délivré.

Dans le cas contraire, elle exposera les motifs pour lesquels elle jugera qu'il est convenable de surseoir à la délivrance du permis, ou même de le refuser.

SECTION III. — DÉLIVRANCE DES PERMIS DE NAVIGATION.

Art. 9. Si, après avoir reçu le procès-verbal de la commission de surveillance, le préfet reconnaît que le propriétaire du bateau à vapeur a satisfait à toutes les conditions exigées, il délivrera le permis de navigation. Ce permis ne sera valable que pour un an.

Art. 10. Dans le permis de navigation seront énoncés:

1° Le nom du bateau et le nom du propriétaire;

2° La hauteur de la ligne de flottaison, rapportée à des points de repère invariablement établis à l'avant, à l'arrière et au milieu du bateau;

3° Le service auquel le bateau est destiné; les points de départ, de stationnement et d'arrivée;

4° Le nombre maximum des passagers qui pourront être reçus à bord;

5° La tension maximum de la vapeur, exprimée en atmosphères et en fractions décimales d'atmosphère, sous laquelle l'appareil moteur pourra fonctionner;

6° Les numéros des timbres dont les chaudières, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes de cylindre auront été frappés, ainsi qu'il est prescrit à l'article 24;

7° Le diamètre des soupapes de sûreté et leur charge telle qu'elle aura été réglée conformément aux articles 29 et 30.

Art. 11. Le préfet prescrira, dans le permis, toutes les mesures d'ordre et de police locale nécessaires. Il transmettra copie de son arrêté aux préfets des autres départements traversés par la ligne de navigation, lesquels prescriront les dispositions du même genre à observer dans ces départements; le tout sans préjudice de l'exécution des lois et règlements concernant la navigation dans la circonscription des arrondissements maritimes.

Art. 12. Si le préfet reconnaît, d'après le procès-verbal dressé par la commission de surveillance, qu'il y a lieu de surseoir à la délivrance du permis, ou même de le refuser, il notifiera sa décision au propriétaire du bateau, sauf recours devant notre ministre des travaux publics.

Art. 13. A chaque renouvellement du permis de navigation, la commission de surveillance sera consultée, comme il est dit ci-dessus.

SECTION IV. — DES AUTORISATIONS PROVISOIRES DE NAVIGATION.

Art. 14. Si le bateau a été muni de son appareil moteur et mis en état de naviguer dans un département autre que celui où il doit entrer en service, le propriétaire devra obtenir du préfet du premier de ces départements une autorisation provisoire de navigation, pour faire arriver le bateau au lieu de sa destination. La commission de surveillance sera consultée sur sa demande.

Art. 15. L'autorisation provisoire ne dispensera pas le propriétaire du bateau de l'obligation d'obtenir un permis définitif de navigation, lorsque ce bateau sera arrivé au lieu de sa destination.

SECTION V. — DISPOSITION TRANSITOIRE.

Art. 16. Il est accordé aux détenteurs actuels de permis de navigation un délai de trois mois, à dater de la publication de la présente ordonnance, pour se conformer aux dispositions qui précèdent, et demander un nouveau permis, qui leur sera délivré, s'il y a lieu, par l'autorité compétente. Passé ce délai, les anciens permis de navigation seront considérés comme non avenus.

TITRE II.

DES MACHINES A VAPEUR SERVANT DE MOTEURS AUX BATEAUX.

SECTION Ire. — DISPOSITIONS RELATIVES A LA FABRICATION ET AU COMMERCE DES MACHINES EMPLOYÉES SUR LES BATEAUX.

Art. 17. Aucune machine à vapeur, destinée à un service de navigation, ne pourra être livrée par un fabricant, si elle n'a subi les épreuves prescrites ci-après.

Art. 18. Les épreuves seront faites à la fabrique, par ordre du préfet, sur la déclaration du fabricant.

Art. 19. Les machines venant de l'étranger devront être pourvues des mêmes appareils de sûreté que les machines d'origine française, et subir les mêmes épreuves. Ces épreuves seront faites au lieu désigné par le destinataire dans la déclaration qu'il devra faire à l'importation.

SECTION II. — ÉPREUVE DES CHAUDIÈRES ET DES AUTRES PIÈCES CONTENANT LA VAPEUR.

Art. 20. Les chaudières à vapeur, leurs tubes bouilleurs et les réservoirs à vapeur, les cylindres en fonte des machines à vapeur et les enveloppes en fonte de ces cylindres, ne pourront, sauf l'exception portée à l'article 28, être établis à bord des bateaux sans avoir été préalablement soumis par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par les ingénieurs des ponts-et-chaussées, à une épreuve opérée à l'aide d'une pompe de pression.

L'usage des chaudières et des tubes bouilleurs en fonte est prohibé dans les bateaux à vapeur.

Art. 21. La pression d'épreuve prescrite par l'article précédent sera *triple* de la pression effective, ou, autrement, de la plus grande tension que la vapeur pourra avoir dans les chaudières, leurs tubes bouilleurs, et autres pièces contenant la vapeur, diminuée de la pression extérieure de l'atmosphère.

Art. 22. On procédera aux épreuves en chargeant les soupapes de sûreté des chaudières de poids proportionnels à la pression effective, et déterminés suivant la règle indiquée en l'article 31.

A l'égard des autres pièces, la charge d'épreuve sera appliquée sur la soupape de la pompe de pression.

Art. 23. L'épaisseur des parois des chaudières cylindriques, en tôle ou en cuivre laminé, sera réglée conformément à la table nº 1 (1), annexée à la présente ordonnance.

L'épaisseur de celles de ces chaudières qui, par leurs dimensions et par la pression de la vapeur, ne se trouveraient pas comprises dans la table, sera déterminée d'après la règle énoncée à la suite de ladite table ; toutefois cette épaisseur ne pourra dépasser 15 millimètres.

Les épaisseurs de la tôle devront être augmentées s'il s'agit de chaudières formées, en partie ou en totalité, de faces planes ou bien de conduits intérieurs, cylindriques ou autres, traversant l'eau ou la vapeur, et servant soit de foyers, soit à la circulation de la flamme. Ces

(1) Cette table est la même que celle annexée à l'ordonnance du 22 mai 1843. Voir page 680.

chaudières et conduits devront de plus être, suivant les cas, renforcés par des armatures suffisantes.

Art. 24. Après qu'il aura été constaté que les parois des chaudières ont les épaisseurs voulues, et après l'épreuve, on appliquera aux chaudières, à leurs tubes bouilleurs et aux réservoirs de vapeur, aux cylindres en fonte des machines à vapeur et aux enveloppes en fonte de ces cylindres, des timbres indiquant, en nombre d'atmosphères, le degré de tension intérieure que la vapeur ne devra pas dépasser. Ces timbres seront placés de manière qu'ils soient toujours apparents.

Art. 25. L'épreuve sera renouvelée après l'installation de la machine dans le bateau, 1° si le propriétaire la réclame; 2° s'il y a eu pendant le transport, ou lors de la mise en place, quelques avaries; 3° s'il a été fait à la chaudière des modifications ou réparations quelconques depuis la première épreuve; 4° si la commission de surveillance le juge utile.

Art. 26. Les chaudières à vapeur, leurs tubes bouilleurs et autres pièces contenant la vapeur, devront être éprouvés de nouveau toutes les fois qu'il sera jugé nécessaire par les commissions de surveillance.

Quand il aura été fait aux chaudières et autres pièces des changements ou réparations notables, les propriétaires des bateaux à vapeur seront tenus d'en donner connaissance au préfet. Il sera nécessairement procédé, dans ce cas, à de nouvelles épreuves.

Art. 27. L'appareil et la main-d'œuvre nécessaires pour les épreuves seront fournis par les propriétaires des machines et des chaudières à vapeur.

Art. 28. Les chaudières qui auront des faces planes seront dispensées de l'épreuve, mais sous la condition que la force élastique, ou la tension de la vapeur, ne devra pas s'élever, dans l'intérieur de ces chaudières, à plus d'*une atmosphère et demie*.

SECTION III. — DES APPAREILS DE SURETÉ DONT LES CHAUDIÈRES A VAPEUR DOIVENT ÊTRE MUNIES.

§ Ier. — *Des soupapes de sûreté.*

Art. 29. Il sera adapté à la partie supérieure de chaque chaudière deux soupapes de sûreté. Ces soupapes seront

placées vers chaque extrémité de la chaudière, et à la plus grande distance possible l'une de l'autre.

Le diamètre des orifices de ces soupapes sera réglé d'après la surface de chauffe de la chaudière et la tension de la vapeur dans son intérieur, conformément à la table n° 2 (1), annexée à la présente ordonnance.

Art. 30. Chaque soupape sera chargée d'un poids unique, agissant soit directement, soit par l'intermédiaire d'un levier.

Chaque poids recevra l'empreinte d'un poinçon apposée par la commission de surveillance. Les leviers seront également poinçonnés, s'il en est fait usage. La quotité du poids et la longueur du levier seront énoncées dans le permis de navigation.

Art. 31. La charge maximum de chaque soupape de sûreté sera déterminée en multipliant 1k,033 par le nombre d'atmosphères mesurant la pression effective, et par le nombre de centimètres carrés mesurant l'orifice de la soupape.

La largeur de la surface annulaire de recouvrement ne devra pas dépasser la trentième partie de la surface circulaire exposée directement à la pression de la vapeur, et cette largeur dans aucun cas ne devra excéder deux millimètres.

Art. 32. Il sera de plus adapté à la partie supérieure des chaudières à faces planes, dont il est fait mention à l'article 28, une soupape atmosphérique, c'est-à-dire ouvrant du dehors au dedans.

§ II. — *Des manomètres.*

Art. 33. Chaque chaudière sera munie d'un manomètre à mercure, gradué en atmosphères et en fractions décimales d'atmosphère, de manière à faire connaître immédiatement la tension de la vapeur dans la chaudière.

Le tuyau qui amènera la vapeur au manomètre sera adapté directement sur la chaudière, et non sur le tuyau de prise de vapeur ou sur tout autre tuyau dans lequel la vapeur serait en mouvement.

Le manomètre sera placé en vue du chauffeur.

(1) Cette table est la même que celle annexée à l'ordonnance du 22 mai 1843. Voir page 681.

Art. 34. On fera usage du manomètre à l'air libre, c'est-à-dire ouvert à sa partie supérieure, toutes les fois que la pression effective de la vapeur ne dépassera pas deux atmosphères.

Art. 35. On tracera sur l'échelle de chaque manomètre, d'une manière très-apparente, une ligne qui répondra au numéro de cette échelle que le mercure ne devra pas habituellement dépasser.

§ III. *De l'alimentation et des indicateurs du niveau de l'eau dans les chaudières.*

Art. 36. Chaque chaudière sera munie d'une pompe alimentaire bien construite et en bon état d'entretien.

Indépendamment de cette pompe, mise en mouvement par la machine motrice du bateau, chaque chaudière sera pourvue d'une autre pompe pouvant fonctionner, soit à l'aide d'une machine particulière, soit à bras d'homme, et destinée à alimenter la chaudière, s'il en est besoin, lorsque la machine motrice du bateau ne fonctionnera pas.

Art. 37. Le niveau que l'eau doit avoir habituellement dans la chaudière sera indiqué, à l'extérieur, par une ligne tracée d'une manière très-apparente sur le corps de la chaudière, ou sur le parement du fourneau.

Cette ligne sera d'un décimètre au moins au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux, tubes ou conduits de la flamme et de la fumée dans le fourneau.

Art. 38. Il sera adapté à chaque chaudière, 1° deux tubes indicateurs en verre, qui seront placés un à chaque côté de la face antérieure de la chaudière; 2° l'un des deux appareils suivants, savoir : un flotteur d'une mobilité suffisante; des robinets indicateurs, convenablement placés à des niveaux différents. Les appareils indicateurs seront, dans tous les cas, disposés de manière à être en vue du chauffeur.

SECTION IV. — DES CHAUDIÈRES MULTIPLES.

Art. 39. Si plusieurs chaudières sont établies dans un bateau, elles ne pourront être mises en communication que par les parties toujours occupées par la vapeur, et cette communication sera disposée de manière que les

chaudières puissent, au besoin, être rendues indépendantes les unes des autres.

Dans tous les cas, chaque chaudière sera alimentée séparément, et devra être munie de tous les appareils de sûreté prescrits par la présente ordonnance.

SECTION V. — DE L'EMPLACEMENT DES APPAREILS MOTEURS.

Art. 40. L'emplacement des appareils moteurs devra être assez grand pour qu'on puisse facilement faire le service des chaudières et visiter toutes les parties des appareils.

Cet emplacement sera séparé des salles des passagers par des cloisons en planches, très-solidement construites et entièrement revêtues d'une doublure en feuille de tôle, à recouvrement, d'un millimètre d'épaisseur au moins.

TITRE III.

DE L'INSTALLATION DES BATEAUX A VAPEUR; DES AGRÈS, APPARAUX ET DES ÉQUIPAGES.

Art. 41. Le pont de chaque bateau devra être garni de garde-corps d'une hauteur suffisante pour la sûreté des passagers.

Toutes les ouvertures pratiquées au-dessus des machines et des chaudières, qui ne sont pas habituellement fermées par un panneau plein, seront munies d'un grillage en fer ou en bois.

Art. 42. De chaque côté du bateau il y aura un escalier d'embarquement (en bois ou en fer), avec une rampe ou une corde à nœuds solidement fixée.

Art. 43. Les tambours qui, de chaque côté du bateau, enveloppent les roues motrices, seront munis d'une défense en fer, descendant assez près de la surface de l'eau pour empêcher des embarcations de s'engager dans les palettes des roues.

Art. 44. Lorsque la cheminée sera mobile, et qu'elle ne se trouvera pas disposée de manière à être en équilibre sur son axe de rotation dans toutes les positions, il sera établi, sur le pont du bateau, un support suffisamment élevé, pour arrêter la cheminée en cas de chute, et prévenir tout accident.

Art. 45. La ligne de flottaison indiquant le maximum du chargement sera tracée d'une manière apparente sur le pourtour entier de la carène, d'après les points de repère déterminés par le permis de navigation.

Art. 46. Le nom du bateau sera inscrit en gros caractères sur chacun de ses côtés.

Art. 47. Il y aura dans chaque bateau :

1° Deux ancres, au moins, pouvant être jetées immédiatement ;

2° Un canot à la traîne ou suspendu à des palans, de manière à être, au besoin, mis immédiatement à l'eau : les dimensions de ce canot seront déterminées par le préfet, d'après l'avis de la commission de surveillance ;

3° Une bouée de sauvetage en liége, suspendue sous l'arrière ;

4° Une hache en bon état, à portée du timonier ;

5° Une cloche pour donner les avertissements nécessaires ;

6° Une boîte fumigatoire, pour administrer des secours aux asphyxiés ;

7° Des manomètres de rechange ainsi que des tubes indicateurs de rechange.

Art. 48. Si le bateau est exposé à être accidentellement poussé à la mer, il sera muni des cartes et des instruments nautiques nécessaires à cette navigation.

Art. 49. Indépendamment du capitaine, maître ou timonier, et des matelots ou mariniers formant l'équipage, il y aura à bord de chaque bateau un mécanicien et autant de chauffeurs que le service de l'appareil moteur l'exigera.

Art. 50. Nul ne pourra être employé en qualité de capitaine ou de mécanicien, s'il ne produit des certificats de capacité, délivrés dans les formes qui seront déterminées par notre ministre des travaux publics.

TITRE IV.

MESURES DIVERSES CONCERNANT LE SERVICE DES BATEAUX A VAPEUR.

SECTION Ire. — STATIONNEMENT, DÉPART ET MOUILLAGE DES BATEAUX.

Art. 51. Dans toutes les localités où cela sera possible, il

sera assigné aux bateaux à vapeur un lieu de stationnement distinct de celui des autres bateaux.

Art. 52. Lorsque la disposition des lieux le permettra, il pourra être accordé à chaque entreprise de bateaux à vapeur un emplacement particulier et dont elle aura la jouissance exclusive, à charge par elle d'y faire, à ses frais, les ouvrages nécessaires pour faciliter l'embarquement et le débarquement des voyageurs et des marchandises.

Cette autorisation, toujours révocable, sera accordée par le préfet, qui en déterminera les conditions.

Art. 53. En cas de concurrence entre deux ou plusieurs entreprises, les heures de départ seront réglées par le préfet, de manière à éviter les accidents qui peuvent résulter de la rivalité.

Art. 54. Pour chaque localité, un arrêté du préfet déterminera les conditions de solidité et de stabilité des batelets destinés au service d'embarquement et de débarquement des passagers, le nombre des personnes que ces batelets pourront recevoir, et le nombre des mariniers nécessaires pour les conduire.

Le maire de la commune délivrera les permis de service, après s'être préalablement assuré que les batelets sont conformes aux dispositions de sûreté prescrites, et que les mariniers remplissent les conditions exigées par l'article 47 de la loi du 6 frimaire an VII.

Art. 55. Sur les points où le service des batelets serait dangereux, les préfets pourront en interdire l'usage.

Art. 56. Aucun bateau à vapeur ne quittera le point de départ et les lieux de stationnement pendant la nuit, ni en temps de brouillard, de glace ou de débordements, à moins d'une permission spéciale délivrée par l'autorité chargée de la police locale.

Art. 57. Les préfets prescriront les dispositions nécessaires pour éviter, dans chaque localité, les accidents qui pourraient avoir lieu au départ et à l'arrivée des bateaux.

SECTION II. — MARCHE ET MANOEUVRE DES BATEAUX.

Art. 58. Si deux bateaux à vapeur marchant en sens inverse viennent à se rencontrer, le bateau descendant ralentira son mouvement, et chaque bateau serrera le

chenal de navigation à sa droite. Si les dimensions de ce chenal sont telles qu'il ne reste pas entre les parties les plus saillantes des bateaux un intervalle libre de quatre mètres au moins, le bateau qui remonte s'arrêtera, et attendra, pour reprendre sa route, que celui qui descend ait doublé le passage. Dans les rivières à marées, le bateau qui vient avec le flot est censé descendre.

Si la rencontre a lieu entre deux bateaux à vapeur marchant dans la même direction, celui qui sera en avant serrera le chenal de navigation à sa droite; celui qui sera en arrière serrera ce chenal à sa gauche.

Si les dimensions du chenal ne permettent pas le passage de deux bateaux, le bateau qui se trouvera en arrière ralentira son mouvement, et attendra que la passe soit franchie, pour reprendre toute sa vitesse.

Des arrêtés des préfets désigneront les passes dans lesquelles il est interdit aux bateaux à vapeur de se croiser ou de se dépasser, et détermineront, relativement à des points facilement reconnaissables, les limites de chacune de ces passes.

Art. 59. Les préfets détermineront également les précautions à prendre à l'approche des ponts, pertuis et autres ouvrages d'art, tant pour la sûreté des passagers que pour la conservation de ces ouvrages.

Art. 60. Les capitaines des bateaux à vapeur ne feront aucune manœuvre dans le but d'entraver ou de retarder la marche des autres bateaux à vapeur, ou de toute autre embarcation. Ils diminueront la vitesse de leurs bateaux, ou même ils les feront arrêter, toutes les fois que la continuation de la marche de ces bateaux pourrait donner lieu à des accidents.

Art. 61. Tout bateau à vapeur naviguant pendant la nuit tiendra constamment allumés deux fanaux placés, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Ces deux fanaux seront *à verres blancs* lorsque le bateau descendra, et *à verres rouges* lorsqu'il remontera.

En cas de brouillard le capitaine fera tinter continuellement la cloche du bateau pour éviter les abordages.

Art. 62. Les capitaines des bateaux à vapeur pourront, sauf le cas prévu par l'article 55, prendre ou déposer en route des voyageurs ou des marchandises, qui seront transportés dans des batelets; mais ils devront faire arrêter l'appareil moteur du bateau, afin que les batelets puissent

accoster sans danger. Ces batelets, avant d'aborder seront amarrés au bateau à vapeur, et celui-ci ne devra continuer sa navigation que lorsqu'ils auront été poussés au large.

Art. 63. Les capitaines rendront compte à l'autorité chargée de la police locale des faits qui pourront intéresser la sûreté de la navigation.

SECTION III. — CONDUITE DU FEU ET DES APPAREILS MOTEURS.

Art. 64. Le mécanicien, sous l'autorité du capitaine, présidera à la mise en feu avant le départ; il entretiendra toutes les parties de l'appareil moteur; il s'assurera qu'elles fonctionnent bien, et que les chauffeurs sont en état de bien faire leur service. Pendant le voyage, il dirigera les chauffeurs, et s'occupera constamment de la conduite de la machine.

Art. 65. Il sera tenu, à bord de chaque bateau, un registre dont toutes les pages devront être cotées et paraphées par le maire de la commune où est situé le siége de l'entreprise, et sur lequel le mécanicien inscrira d'heure en heure :

1° La hauteur du manomètre;

2° La hauteur de l'eau dans la chaudière, relativement à la *ligne d'eau*;

3° Le lieu où se trouvera le bateau. A la fin de chaque voyage, le mécanicien signera ces indications, dont il certifiera l'exactitude.

Art. 66. Il est défendu aux propriétaires de bateaux à vapeur et à leurs agents de faire fonctionner les appareils moteurs sous une pression supérieure à la pression déterminée dans le permis de navigation, et de rien faire qui puisse détruire ou diminuer l'efficacité des moyens de sûreté dont ces appareils seront pourvus.

SECTION IV. — DISPOSITIONS RELATIVES AUX PASSAGERS.

Art. 67. Il est interdit de laisser aucun passager s'introduire dans l'emplacement de l'appareil moteur.

Art. 68. Indépendamment du registre du mécanicien, il sera ouvert dans chaque bateau à vapeur un autre registre, dont toutes les pages seront, comme il est dit article 65, cotées et paraphées, et sur lequel les passa-

gers auront la faculté de consigner leurs observations, en ce qui pourrait concerner le départ, la marche et la manœuvre du bateau, les avaries ou accidents quelconques, et la conduite de l'équipage: ces observations devront être signées par les passagers qui les auront faites. Le capitaine pourra également consigner sur ce registre les observations qu'il jugerait convenables, ainsi que tous les faits qu'il lui paraîtrait important de faire attester par les passagers.

Art. 69. Dans chaque salle où se tiennent les passagers, il sera affiché une copie du permis de navigation et un tableau indiquant:

1° La durée moyenne des voyages, tant en montant qu'en descendant, et en ayant égard à la hauteur des eaux;

2° La durée des stationnements;

3° Le nombre maximum des passagers;

4° La faculté qu'ils ont de consigner leurs observations sur le registre ouvert à cet effet;

5° Le tarif des places.

TITRE V.

DE LA SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE DES BATEAUX A VAPEUR.

Art. 70. Dans les départements où existeront des bateaux à vapeur, les préfets institueront une ou plusieurs commissions de surveillance.

Les ingénieurs des mines et les ingénieurs des ponts-et-chaussées feront nécessairement partie de ces commissions.

Art. 71. Les commissions de surveillance, indépendamment des fonctions qui leur sont attribuées par les articles 5, 6, 7, 8 et 14 ci-dessus, visiteront les bateaux à vapeur au moins tous les trois mois, et chaque fois que le préfet le jugera convenable.

Les membres de ces commissions pourront, en outre, faire individuellement des visites plus fréquentes.

Art. 72. La commission de surveillance s'assurera, dans ses visites, que les mesures prescrites par la présente ordonnance et par le permis de navigation sont exécutées.

Elle constatera l'état de l'appareil moteur et celui du bateau; elle se fera représenter le registre tenu par le mé-

canicien, et le registre destiné à recevoir les observations des passagers.

Art. 73. La commission adressera au préfet le procès-verbal de chacune de ses visites. Dans ce procès-verbal, elle consignera ses propositions sur les mesures à prendre si l'appareil moteur ou le bateau ne présentent plus des garanties suffisantes de sûreté.

Art. 74. Sur les propositions de la commission de surveillance, le préfet ordonnera, s'il y a lieu, la réparation ou le remplacement de toutes les pièces de l'appareil moteur ou du bateau dont un plus long usage présenterait des dangers. Il pourra suspendre le permis de navigation jusqu'à l'entière exécution de ces mesures.

Art. 75. Dans tous les cas où, par suite d'inexécution des dispositions de la présente ordonnance, la sûreté publique serait compromise, le préfet suspendra et, au besoin, révoquera le permis de navigation.

Art. 76. Les maires, adjoints ou commissaires de police, les officiers de port ou inspecteurs de la navigation, exerceront une surveillance de police journalière sur les bateaux à vapeur, tant au point de départ et d'arrivée qu'aux lieux de stationnement intermédiaires.

Art. 77. Les propriétaires de bateaux à vapeur seront tenus de recevoir à bord et de transporter gratuitement les inspecteurs de la navigation, gardes de rivières, ou autres agents qui seraient chargés spécialement de la police et de la surveillance de ces bateaux.

Art. 78. S'il était survenu des avaries de nature à compromettre la sûreté de la navigation, l'autorité chargée de la police locale pourra suspendre la marche du bateau; elle devra sur-le-champ en informer le préfet.

En cas d'accident, elle se transportera immédiatement sur les lieux, et le procès-verbal qu'elle dressera de sa visite sera transmis au préfet, et, s'il y a lieu, au procureur du Roi.

La commission de surveillance se rendra aussi sur les lieux sans délai, pour visiter les appareils moteurs, en constater l'état, et rechercher la cause de l'accident : elle adressera, sur le tout, un rapport au préfet.

TITRE VI.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 79. Les machines et les chaudières à vapeur, employées à un usage quelconque sur les bateaux stationnaires, sont soumises à toutes les conditions de sûreté prescrites par la présente ordonnance.

Art. 80. Si, à raison du mode particulier de construction de certaines machines ou chaudières à vapeur, l'application, à ces machines ou chaudières, d'une partie des mesures de sûreté prescrites par la présente ordonnance devenait inutile, le préfet, sur le rapport de la commission de surveillance, déterminera les conditions sous lesquelles ces appareils seront autorisés. Dans ce cas, les permis de navigation ne seront délivrés par le préfet que lorsqu'ils auront reçu l'approbation du ministre des travaux publics.

Art. 81. Les propriétaires de bateaux à vapeur seront tenus d'adapter aux machines et chaudières employées dans ces bateaux les appareils de sûreté qui pourraient être découverts par la suite, et qui seraient prescrits par des règlements d'administration publique.

Art. 82. Il sera publié par notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics une instruction sur les mesures de précaution habituelles à observer dans l'emploi des machines et des chaudières à vapeur établies sur des bateaux (1).

Cette instruction devra être affichée à demeure dans l'emplacement où se trouvent ces machines et chaudières.

Art. 83. La navigation et la surveillance des bateaux à vapeur de l'État sur les fleuves et rivières sont régies par des dispositions spéciales.

Art. 84. Les attributions données aux préfets des départements par la présente ordonnance seront exercées par le préfet de police dans toute l'étendue du département de la Seine, et dans les communes de Saint-Cloud, de Meudon et Sèvres, du département de Seine-et-Oise.

Art. 85. Les ordonnances royales des 2 avril 1823 et 25 mai 1828, concernant les bateaux à vapeur et les ma-

---

(1) Voir cette instruction ci-après, page 824.

chines et les chaudières à vapeur employées sur les bateaux, sont rapportées.

Art. 86. Notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Fait au palais des Tuileries, le 23 mai 1843.

Signé LOUIS-PHILIPPE.

Par le Roi :

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Forge de Pissac. *Ordonnance du* 23 *mai* 1843 (1), *qui proroge jusqu'au* 31 *décembre* 1844, *le délai de dix-huit mois fixé par l'article* 4 *de l'ordonnance du* 20 *décembre* 1840 *pour l'établissement du haut-fourneau, du lavoir et du bocard que ladite ordonnance autorise le sieur* Auconsul *à ajouter à la forge de* Pissac, *commune de* Beyssenac (Corrèze).

DEUXIÈME SEMESTRE 1843.

Saline d'Arc. *Ordonnance du* 9 *juillet* 1843, *portant que le domaine de l'État est autorisé à maintenir en activité la saline d'*Arc (Doubs), *pour l'élaboration du sel gemme et le traitement des eaux salées.*

Ladite saline qui, dans son état actuel, peut fabriquer annuellement environ trois millions sept cent cinquante mille kilogrammes de sel raffiné, renferme cinq poêles, présentant ensemble une surface d'évaporation de 375 mètres carrés.

---

(1) Cette ordonnance a été omise dans le tome III, 4e série, des *Annales*, qui contient les ordonnances rendues pendant le premier semestre de l'année 1843.

Ordonnance du 11 juillet 1843, qui accorde aux héritiers du sieur Edme-Jean-Baptiste-Amand, baron DE NANTEUIL DE LA NORVILLE, aux sieurs Georges BARILLON DE LA PAGERIE, Édouard DE SOLMS, Charles-Paulus BÉLANGER, Edmond ADAM, Théodore PRIVAT, Henry DOUBLE, Charles-Philibert CHAUVELOT, Jean NICOLLE, Nicolas-Gustave BESTEL, Abel-Jacques-Louis POILLOUE, marquis de SAINT-MARS, et à la dame Pauline DOUBLE, veuve SEMERIE, la concession de mines d'anthracite situées dans les communes de BULLY, SAINT-MAURICE, CORDELLE et DANCÉ, arrondissement de ROANNE (Loire).

Mines d'anthracite de Bully et Fragny.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Bully et Fragny*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnanee, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, à partir du clocher de Dancé, point F du plan, une ligne brisée passant par le clocher de Bully et aboutissant au point G, angle ouest de la maison la plus occidentale du hameau de Plaigne ;

Au nord-est, 1° une ligne menée du dernier point ci-dessus au point H, angle nord-est de la maison la plus au nord de Lupé, ladite ligne G H servant aussi de limite à la *concession de Jœuvre et Odenet*; 2° une autre ligne menée du point H au point I, jonction de deux chemins à l'ouest du hameau de Presle ; ladite ligne H I prolongée jusqu'à sa rencontre, au point J, avec une ligne menée du clocher de Cordelle au clocher de Dancé ;

Au sud-est, la dernière ligne ci-dessus, depuis le point J, jusqu'au clocher de Dancé, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de neuf kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-neuf hectares, quatre-vingt-treize ares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810 sur le produit des mines concédées, est réglé :

1° En une rente annuelle de dix centimes par hectare pour les propriétaires de tous les terrains compris dans la concession ;

2° En une redevance au profit des propriétaires dans les terrains desquels l'exploitation sera portée, ladite redevance étant fixée :

Au vingtième du produit total de l'exploitation, tant que la profondeur n'excédera pas 100 mètres ;

Au quarantième de ce même produit pour des profondeurs de 100 à 200 mètres ;

Au soixantième pour toutes les profondeurs excédant 200 mètres.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Art. 6. Les concessionnaires payeront à M. Marsier, en exécution de l'art. 16 de la loi du 21 avril 1810 et à titre d'indemnité pour la part qu'il a prise à l'invention des mines qui font l'objet de la présente concession, une somme de vingt mille francs.

Mines d'anthracite de Jœuvre et Odenet.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *qui accorde aux sieurs* Ernest, comte Anglès, Raoul, vicomte Anglès, Adrien Pouget de Saint-André *et* Étienne-Marie Brissat, *la concession de mines d'anthracite situées dans les communes de* Saint-Maurice, Saint-Sulpice, Commelle *et* Cordelle, *arrondissement de* Roanne (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Jœuvre et Odenet*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, à partir du point G, angle ouest de la maison la plus occidentale du hameau de Plaigne, une ligne menée à l'angle nord du château Billon, mais arrêtée au point K, où elle coupe le chemin qui conduit de Saint-Maurice audit château ;

Au nord, par une ligne brisée partant du dernier point ci-dessus, passant par le point L, rencontre de deux chemins dont l'un vient de Saint-Sulpice et l'autre de

Villers, et aboutissant au point M, jonction du chemin de Saint-Maurice à Chassignol avec le chemin qui vient de Sautel et de Friscati;

A l'est et au sud-est, une ligne brisée partant du dernier point ci-dessus, passant par le point N, jonction de deux chemins qui, de Rilly et de Chungy, tendent à Chervenay et aboutissent au point H, angle nord-est de la maison la plus au nord de Lupé;

Au sud-ouest, une ligne menée du dernier point ci-dessus, au point G, point de départ, ladite ligne GH servant aussi de limite à la *concession de Bully et Fragny*;

Lesdites lignes renfermant une étendue superficielle de neuf kilomètres carrés, soixante-neuf hectares, vingt-cinq ares.

Art. 4. (*Comme l'art.* 4 *rapporté ci-dessus de l'ordonnance relative à la concession de Bully et Fragny.*)

Mines d'anthracite de la Bruyère.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *qui accorde à* Mlle Séraphine-Benoîte Perrin *et aux sieurs* Jules-Émilien Michon, comte de Vougy, Paul-Eugène, marquis de Faudoas, Pierre Forest et Antoine-François-Auguste Labatut, *la concession de mines d'anthracite situées dans les communes d'*Amions, *de* Souternon *et de* Dancé, *arrondissement de* Roanne (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Bruyère*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord-est, à partir du clocher de Dancé, point F du plan, une ligne menée au point O, jonction du chemin de Dancé au domaine de Vezelin, avec un chemin venant du lieu dit *chez Chavannes*;

A l'est, une ligne menée du dernier point ci-dessus au point P, intersection du ruisseau dit *la Goutte du Machuron* avec le prolongement du chemin d'Amions à Buy;

Au sud, une ligne menée du dernier point ci-dessus, au point Q, jonction du chemin de Dancé à Saint-Germain

Leval avec le chemin venant du lieu dit *chez Farge*; ensuite une autre ligne menée du point Q au point R, jonction du chemin du moulin Michon à Souternon, avec le chemin venant du lieu dit *chez Poyet*;

A l'ouest, une ligne menée du point R au point S, point de partage de deux chemins qui, de Munet, tendent l'un à Souternon, l'autre à Dancé;

. *Au nord-ouest*, enfin, une ligne menée du point S au clocher de Dancé, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de douze kilomètres carrés, dix-neuf hectares, onze ares.

Art. 4. (*Comme l'art. 4 rapporté ci-dessus de l'ordonnance relative à la concession de Bully et Fragny.*)

Mines de calcaires et de grès bitumineux d'Orbagnoux.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *qui accorde à* M. Joseph Dumarest, *la concession de mines de calcaires et grès bitumineux, situées dans la commune de* Corbonod (Ain).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Orbagnoux*, est limitée conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord, par la rivière de la Dorche, depuis le pont de ce nom A jusqu'au point B où cette rivière entre dans la commune de Chanay;

Au sud-ouest, par deux lignes droites dirigées de ce point B à la maison la plus méridionale du village de Montaillon, point C du plan, et de cette maison au point D, où le ruisseau de Turpin traverse la route de Belly à Châtillon, près le hameau d'Étranginal;

A l'est, par la grande route de Belly à Chatillon, depuis le point D jusqu'au pont de la Dorche, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de douze kilomètres carrés, quatre-vingt-cinq hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé, 1° à une rente annuelle de 30 centimes par hectare pour tous les propriétaires de terrains compris dans la concession; 2° à

chaudières et conduits devront de plus être, suivant les cas, renforcés par des armatures suffisantes.

Art. 24. Après qu'il aura été constaté que les parois des chaudières ont les épaisseurs voulues, et après l'épreuve, on appliquera aux chaudières, à leurs tubes bouilleurs et aux réservoirs de vapeur, aux cylindres en fonte des machines à vapeur et aux enveloppes en fonte de ces cylindres, des timbres indiquant, en nombre d'atmosphères, le degré de tension intérieure que la vapeur ne devra pas dépasser. Ces timbres seront placés de manière qu'ils soient toujours apparents.

Art. 25. L'épreuve sera renouvelée après l'installation de la machine dans le bateau, 1° si le propriétaire la réclame; 2° s'il y a eu pendant le transport, ou lors de la mise en place, quelques avaries; 3° s'il a été fait à la chaudière des modifications ou réparations quelconques depuis la première épreuve; 4° si la commission de surveillance le juge utile.

Art. 26. Les chaudières à vapeur, leurs tubes bouilleurs et autres pièces contenant la vapeur, devront être éprouvés de nouveau toutes les fois qu'il sera jugé nécessaire par les commissions de surveillance.

Quand il aura été fait aux chaudières et autres pièces des changements ou réparations notables, les propriétaires des bateaux à vapeur seront tenus d'en donner connaissance au préfet. Il sera nécessairement procédé, dans ce cas, à de nouvelles épreuves.

Art. 27. L'appareil et la main-d'œuvre nécessaires pour les épreuves seront fournis par les propriétaires des machines et des chaudières à vapeur.

Art. 28. Les chaudières qui auront des faces planes seront dispensées de l'épreuve, mais sous la condition que la force élastique, ou la tension de la vapeur, ne devra pas s'élever, dans l'intérieur de ces chaudières, à plus d'*une atmosphère et demie*.

SECTION III. — DES APPAREILS DE SURETÉ DONT LES CHAUDIÈRES A VAPEUR DOIVENT ÊTRE MUNIES.

§ Ier. — *Des soupapes de sûreté.*

Art. 29. Il sera adapté à la partie supérieure de chaque chaudière deux soupapes de sûreté. Ces soupapes seront

des Varolles et se terminant à sa rencontre avec la ligne dirigée du bâtiment appelé le Pré des Charmois à Saint-Forgeot;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, vingt-deux hectares.

Art. 4. Le droit attribué au propriétaire de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à 1° une rente annuelle de dix centimes par hectare pour les propriétaires des terrains compris dans la concession; 2° à une redevance au profit des propriétaires des terrains dans lesquels l'extraction aura lieu, laquelle redevance est fixée au vingtième des minerais extraits, prêts à être vendus ou à être distillés, quand l'exploitation s'opérera à ciel ouvert, et au quarantième des mêmes minerais, lorsque cette exploitation se fera par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par les concessionnaires, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Usine à fer et moulin à blé, à Couches.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *portant :* 1° *que* M. le comte Roy, M. le marquis et Mme la marquise d'Albon *sont autorisés à établir dans leur usine à fer du* Vieux-Couches *ou des* Vauxgoins, *située dans la commune de* Couches (Eure), *deux fours à pudler, et à adapter, sur l'arbre moteur du martinet, un marteau dit cinglar, ou tout autre appareil de compression, en sorte que ladite usine est et demeure composée :*

De deux fours à pudler,

De deux feux d'affinerie,

Des appareils de compression nécessaires à la fabrication du fer,

Et d'une soufflerie à pistons;

2° *Que l'autorisation accordée par ordonnance royale du* 6 *janvier* 1819, *de mettre en activité un moulin à blé dans l'enceinte de la forge, est maintenue au profit de* M. le comte Roy *et de* M. le marquis *et* Mme la marquise d'Albon.

Ordonnance du 11 juillet 1843, portant que le sieur GENDARME *est autorisé à maintenir en activité, sur une dérivation du ruisseau de* BOUTANCOURT, *dans la commune de* FLIZE (Ardennes), *une usine à fer composée d'un four à pudler, de cinq fours à réchauffer et des appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'élaboration du fer.* Usine à fer, à Flize.

(Extrait.)

Art. 6. En remplacement de la partie du sentier de Boutancourt à Flize, interceptée par le bief d'amont de l'usine, le sieur Gendarme rendra sur sa propriété, et depuis la forge d'en bas jusqu'à la rencontre de l'ancien chantier, un nouveau chemin d'un mètre de largeur, tracé sur la rive gauche du canal couvert, ainsi qu'il est figuré au plan signé par l'ingénieur des ponts-et-chaussées, les 30 juin 1836 et 15 septembre 1842.

Art. 10. Le sieur Gendarme sera tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Flize.

Il se soumettra aux visites et recensements que les employés des douanes jugeront à propos de faire dans son établissement, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister d'un officier municipal.

Ordonnance du 11 juillet 1843, portant que le sieur SEILLIÈRE *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer dite* LA FONDERIE DE CARIGNAN, *située sur le ruisseau de* LAUNOIS, *commune de* CARIGNAN, *arrondissement de* SÉDAN (Ardennes). Fonderie de Carignan.

Cette usine demeure composée d'un four à souder, de deux fours à recuire, de deux équipages de cylindres à laminer et d'un train de roulerie.

(Extrait.)

Art. 11. Le permissionnaire est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Carignan.

Il se soumettra, etc. (*La suite comme à l'article* 10

l'art. 1er de la loi du 28 juillet 1791, et ne leur a réservé que l'exécution des conventions passées entre eux et les concessionnaires, d'où il suit que, depuis la promulgation de la loi du 21 avril 1810, les successeurs du sieur Sécrétan ont le droit exclusif d'exploiter le bitume dans le périmètre de la concession du 9 fructidor an V;

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Il est déclaré que le calcaire bitumineux situé dans le périmètre de la concession faite au sieur Sécrétan, le 9 fructidor an V, fait partie de ladite concession.

Art. 2. Les sieurs Heudebert, Renaux et consorts sont condamnés aux dépens.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'Etat au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Saline de Montmorot.

Ordonnance du 21 *juillet* 1843, *portant que le domaine de l'Etat est autorisé à maintenir en activité la saline de* Montmorot (Jura), *pour l'élaboration du sel gemme et le traitement des eaux salées.*

Ladite saline qui, dans son état actuel, peut fabriquer annuellement environ trois millions de kilogrammes de sel raffiné, renferme trois poêles qui présentent ensemble une surface d'évaporation de 170 mètres carrés.

Mines de fer de Veyras.

Ordonnance du 22 *août* 1843, *qui accorde au sieur* Jacques-Marie Ardaillon, *la concession des mines de fer situées dans les communes de* Veyras *et de* Privas (Ardèche).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Veyras*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Considérant que les propriétaires des terrains situés dans le périmètre de la concession, soutiennent que le calcaire bitumineux qui existe dans ce périmètre ne saurait être considéré comme compris dans la concession,

1° A raison de sa nature et de la forme sous laquelle il est livré au commerce;

2° A raison de son gisement à la surface ou à peu de distance du sol;

Sur le moyen tiré de la nature dudit calcaire et de la forme sous laquelle il est livré au commerce :

Considérant qu'aucune disposition de l'acte du 9 fructidor an V, n'a restreint l'objet de la concession faite au sieur Sécrétan, au minerai bitumineux qui se trouverait dans les sables, et n'a imposé au concessionnaire l'obligation de livrer au commerce le bitume à l'état d'isolement; qu'il résulte de l'instruction que le calcaire, objet du litige, renferme du bitume en quantité notable, et qu'ainsi la nature du minerai et la forme sous laquelle il est mis en circulation ne peuvent faire obstacle à ce que les ayants droit du sieur Sécrétan en continuent l'exploitation dans le périmètre de leur concession;

Sur le moyen tiré du gisement d'une partie du calcaire bitumineux à la surface ou à peu de distance du sol :

Considérant que la concession qu'il s'agit d'interpréter a été accordée sous l'empire de la loi du 28 juillet 1791; qu'aux termes de l'art. 1er de ladite loi, les mines, bitumes et autres substances qui y sont énumérés, étaient à la disposition du gouvernement et ne pouvaient être exploités que de son consentement, et que le droit attribué aux propriétaires de jouir desdites mines jusqu'à cent pieds de profondeur, avait besoin lui-même, pour être exercé, d'être réclamé par les propriétaires et régularisé par une permission;

Considérant que, dans l'espèce, les propriétaires des terrains compris dans le périmètre de la concession du sieur Sécrétan, n'avaient, avant la promulgation de la loi du 21 avril 1810, ni réclamé, ni fait régulariser l'exercice de leur droit d'exploitation;

Qu'en maintenant, par son article 51, les concessions faites avant sa promulgation, et en déclarant les concessionnaires propriétaires incommutables de leurs concessions, la loi du 21 avril 1810 n'a pas conservé aux propriétaires de la surface la faculté qui résultait pour eux de

qu'il est indiqué en l'art. 65 de la loi du 21 avril 1810 pour les exploitations de minières de fer.

Art. 18. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'art. 64 de la même loi.

Art. 31. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement métallurgique des produits de ses usines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les art. 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Carrières, à Lagny.

Ordonnance du 15 *septembre* 1843, *portant qu'il est donné acte au sieur* Lepaire *et à la dame veuve* Dugendre, *du désistement des pourvois par eux formés contre un arrêté du conseil de préfecture du département de* Seine-et-Marne, *du* 5 *novembre* 1841, *et contre deux arrêtés précédents du préfet, lesdites décisions ayant enjoint d'ouvrir des galeries de reconnaissance dans des carrières qu'ils exploitent à* Lagny.

Mines de fer de Bournois.

Ordonnance du 22 *septembre* 1843, *qui accorde à* Mme la marquise de Raincourt, *née* Jeanne-Louise Péan de Montholon, *la concession de mines de fer situées dans les communes de* Bournois (Doubs), *et de* Grammont (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Bournois*, est limitée conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, par une ligne droite allant du point D, où le chemin de Bournois à Accolans rencontre la limite du territoire de Grammont, au point C, où se trouve un poirier sauvage, dans un champ dit *du Val*, sur le territoire de Bournois;

Au nord-ouest, par une autre ligne droite allant dudit

point C au point B, où se trouve un cerisier dans un verger dit *des Mayes*, sur le territoire de Bournois;

Au sud-ouest, par une autre ligne droite allant dudit point B au point E, où le chemin de Bournois à Soye atteint la lisière de la forêt dite *de Chanois*;

Au sud-est, enfin, par une quatrième ligne droite allant dudit point E au point D, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, quatre-vingt-sept hectares.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de Bournois.

(Extrait.)

Art. 13. En exécution de l'art. 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira au haut-fourneau de Fallon, qui s'approvisionnait de minerai de fer antérieurement à l'octroi de la présente concession, etc. (*La suite comme à l'art.* 16 *rapporté plus haut, du cahier des charges de la concession de Veyras.*)

Art. 14. Lorsque l'approvisionnement du haut-fourneau ci-dessus désigné aura été assuré, etc. (*La suite comme à l'art.* 17 *du cahier des charges de la concession de Veyras.*)

Art. 15. (*Comme l'art.* 18 *du cahier des charges de la concession de Veyras.*)

Art. 27. (*Comme l'article* 31.)

Rapport au roi sur la création d'une école pratique destinée à former des maîtres-ouvriers mineurs.

Sire,

Il existe en France deux écoles fondées dans l'intérêt de l'industrie minérale. L'une, établie à Paris, réorganisée en 1816, est destinée à former les ingénieurs des mines employés par le gouvernement. On y admet aussi un certain nombre d'élèves externes qui assistent aux mêmes cours et se livrent aux mêmes travaux que les élèves ingénieurs. La seconde, instituée également en 1816, et placée à Saint-Étienne, a pour objet de former des directeurs d'exploitations.

des Varolles et se terminant à sa rencontre avec la ligne dirigée du bâtiment appelé le Pré des Charmois à Saint-Forgeot;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, vingt-deux hectares.

Art. 4. Le droit attribué au propriétaire de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à 1° une rente annuelle de dix centimes par hectare pour les propriétaires des terrains compris dans la concession; 2° à une redevance au profit des propriétaires des terrains dans lesquels l'extraction aura lieu, laquelle redevance est fixée au vingtième des minerais extraits, prêts à être vendus ou à être distillés, quand l'exploitation s'opérera à ciel ouvert, et au quarantième des mêmes minerais, lorsque cette exploitation se fera par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par les concessionnaires, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Usine à fer et moulin à blé, à Couches.

Ordonnance du 11 juillet 1843, portant : 1° que M. le comte Roy, M. le marquis et Mme la marquise d'Albon *sont autorisés à établir dans leur usine à fer du* Vieux-Couches *ou des* Vaux-goins, *située dans la commune de* Couches (Eure), *deux fours à pudler, et à adapter, sur l'arbre moteur du martinet, un marteau dit cinglar, ou tout autre appareil de compression, en sorte que ladite usine est et demeure composée :*

De deux fours à padler,

De deux feux d'affinerie,

Des appareils de compression nécessaires à la fabrication du fer,

Et d'une soufflerie à pistons;

2° *Que l'autorisation accordée par ordonnance royale du* 6 *janvier* 1819, *de mettre en activité un moulin à blé dans l'enceinte de la forge*, *est maintenue au profit de* M. le comte Roy *et de* M. le marquis *et* Mme la marquise d'Albon.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *portant que le sieur* GENDARME *est autorisé à maintenir en activité, sur une dérivation du ruisseau de* BOUTANCOURT, *dans la commune de* FLIZE (Ardennes), *une usine à fer composée d'un four à pudler, de cinq fours à réchauffer et des appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'élaboration du fer.* Usine à fer, à Flize.

(Extrait.)

Art. 6. En remplacement de la partie du sentier de Boutancourt à Flize, interceptée par le bief d'amont de l'usine, le sieur Gendarme rendra sur sa propriété, et depuis la forge d'en bas jusqu'à la rencontre de l'ancien chantier, un nouveau chemin d'un mètre de largeur, tracé sur la rive gauche du canal couvert, ainsi qu'il est figuré au plan signé par l'ingénieur des ponts-et-chaussées, les 30 juin 1836 et 15 septembre 1842.

Art. 10. Le sieur Gendarme sera tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Flize.

Il se soumettra aux visites et recensements que les employés des douanes jugeront à propos de faire dans son établissement, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister d'un officier municipal.

Ordonnance du 11 *juillet* 1843, *portant que le sieur* SEILLIÈRE *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer dite* LA FONDERIE DE CARIGNAN, *située sur le ruisseau de* LAUNOIS, *commune de* CARIGNAN, *arrondissement de* SEDAN (Ardennes). Fonderie de Carignan.

Cette usine demeure composée d'un four à souder, de deux fours à recuire, de deux équipages de cylindres à laminer et d'un train de roulerie.

(Extrait.)

Art. 11. Le permissionnaire est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau de la douane de Carignan.

Il se soumettra, etc. (*La suite comme à l'article* 10

Art. 6. L'enseignement sera réparti en deux années. Il aura pour objet : 1° les mathématiques élémentaires, comprenant l'arithmétique et les premiers éléments de géométrie ; 2° le dessin linéaire, le dessin des machines, l'arpentage et le lever des plans des mines ; 3° des notions très-élémentaires de physique, de chimie, de minéralogie, de géologie et d'exploitation des mines, ces diverses notions étant présentées sous la forme la plus simple et appropriées à des hommes de la classe ouvrière.

Art. 7. Dans l'intervalle des leçons, les élèves s'exerceront à la pratique du travail de la forge, de la charpente et du charronnage, d'une manière appropriée à l'exploitation des mines.

Art. 8. Chaque année, à des époques déterminées, les leçons des élèves seront interrompues, et il sera pris des mesures pour que les élèves soient reçus dans de grands établissements de mines où ils travailleront comme ouvriers ; ils y seront accompagnés par les sous-maîtres, qui leur donneront des explications sur les différents travaux auxquels ils seront employés.

Art. 9. Les élèves seront examinés dans le courant de l'année, à des époques déterminées, et à la fin de l'année, sur les matières qui auront fait l'objet de leurs travaux et de leurs exercices. A l'expiration de la seconde année, il sera délivré des brevets de maîtres mineurs à ceux des élèves qui s'en seront rendus dignes par leur instruction et leur bonne conduite.

Art. 10. Les examens pour l'admission à l'école seront faits par une commission composée du maire d'Alais ou d'un membre du conseil municipal désigné par le maire, de l'ingénieur des mines, directeur de l'école, et d'un directeur d'exploitation de mines désigné par le préfet. L'admission sera prononcée par le préfet, sur le rapport de cette commission.

Les examens de fin d'année et les examens de sortie de l'école seront faits par le conseil d'administration dont il sera question ci-après. Les brevets seront délivrés par le préfet, sur la proposition de ce conseil.

Art. 11. Un conseil d'administration de l'école sera institué à Alais et composé ainsi qu'il suit : le sous-préfet de l'arrondissement, président ; un membre du conseil général, le maire d'Alais, l'ingénieur en chef des mines, l'ingénieur directeur de l'école, et deux concessionnaires de

mines du département du Gard. Le membre du conseil général et les deux concessionnaires seront désignés, chaque année, par le préfet.

Ce conseil entendra, tous les ans, le compte rendu de la gestion du directeur de l'école. Il examinera la comptabilité de cette gestion; il arrêtera les divisions, les époques et les programmes des leçons et des exercices; il proposera toutes les mesures d'ordre et de discipline et toutes les améliorations qu'il croira convenables; enfin il exercera une surveillance constante sur la direction de l'enseignement, et veillera particulièrement à ce que cet enseignement ne perde rien de son caractère élémentaire et pratique.

Le conseil d'administration s'assemblera, sur la convocation du président, toutes les fois que les besoins de l'école l'exigeront.

Il adressera ses observations et propositions sur le régime de l'école au préfet du Gard, qui statuera; et tous les ans, ce magistrat rendra compte de l'état de l'école à notre ministre des travaux publics.

Art. 12. Un règlement pour l'exécution de la présente ordonnance sera arrêté par notre ministre des travaux publics, sur la proposition du conseil d'administration de l'école et l'avis du préfet.

Art. 13. Notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance qui sera insérée au *Bulletin des Lois*.

Fait au palais de Saint-Cloud, le 22 septembre 1843.

LOUIS-PHILIPPE.

Par le roi:

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

J.-B. TESTE.

Ordonnance du 22 septembre 1843, portant délimitation de la concession des mines de fer de PUYMORENS (Pyrénées-Orientales). Mines de fer de Puymorens.

(Extrait.)

Art. 1er. La concession des mines de fer de Puymorens,

commune de Carol, département des Pyrénées orientales, accordée le 3 septembre 1694, au sieur Pierre Cosn, et confirmée le 5 mai 1673, en faveur des sieur et dame de Barutell, est et demeure limitée, au profit du marquis de Sans, qui est aux droits des anciens concessionnaires, ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la présente ordonnance, savoir :

Au nord, par la rivière de l'Ariége, à partir de son confluent avec le ruisseau de Palomera, point A, jusqu'au point B, autre confluent avec la petite rivière de Baladra ;

A l'ouest, par ladite rivière de Baladra, en la remontant depuis le point B jusqu'à sa source C ;

Au sud, par une ligne droite allant du point C au point D ; ce dernier point étant placé à la source d'un ruisseau appelé l'Orry de la Vignole, qui coule vers la vallée de Carol, sur le revers méridional de la montagne de Puymorens ;

A l'est, par une ligne droite allant du point D au confluent A, point de départ ;

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, trente-sept hectares.

Art. 4 Il (*le concessionnaire*) sera tenu, en outre, conformément à l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre lui ou ses auteurs et les propriétaires du sol. Les difficultés qui pourraient s'élever relativement à l'exécution de ces conventions et notamment de l'acte du 10 mai 1782, passé entre don Juan de Barutell et de Bertraca, et les consuls et habitants de la vallée de Carol, seront renvoyées au jugement des tribunaux. Mais toute disposition desdites conventions qui se trouverait en opposition avec les règles prescrites en vertu de la présente ordonnance pour la conduite des travaux souterrains, dans la vue d'une bonne exploitation, ne pourra donner lieu entre les parties qu'à une action en indemnité.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de PUYMORENS.

(Extrait.)

Art. 13. Le concessionnaire sera tenu de fournir aux usines qui auraient eu antérieurement à la présente or-

donnance, le droit de s'approvisionner de minerais de fer sur des exploitations comprises dans la concession, la quantité de minerai qui sera fixée par l'administration, en se conformant aux anciens usages.

Art. 4. (*Comme l'article* 17 *du cahier des charges de la concession de Keyms ; sauf les modifications résultant de ce qu'il y a ici plusieurs concessionnaires.*)

Art. 15. (*Comme l'article* 18.)

Art. 27. (*Comme l'article* 31.)

Ordonnance du 22 *septembre* 1843, *portant que les sieurs* RENAUX ET BONNIN *sont autorisés à établir, à* LA MULATIÈRE, *commune de* SAINTE-FOY-LÈS-LYON (RHÔNE), *une usine à fer allant à la houille, et qui comprendra :* Usine à fer, à Ste-Foy-lès-Lyon.

Deux hauts-fourneaux, deux feux de finerie, trois cubilots et deux machines à vapeur, avec les souffleries et les divers accessoires pour le travail de l'usine.

Ordonnance du 22 *septembre* 1843, *portant que le sieur* DENJEAN *est autorisé à maintenir en activité la forge à la catalane, à deux feux, avec les machines soufflantes et de compression nécessaires au travail du fer, qu'il a établie au lieu dit* LARAMADE, *sur la rivière de* VICDESSOS, *commune d'*ILLIER-ET-LARAMADE (ARIÉGE). Forge catalane, à Illier-et-Laramade.

Ordonnance du 22 *septembre* 1843, *portant que le sieur* GILLOT-GUILLAUME *est autorisé à établir un bocard à huit pilons et un patouillet à deux huches, pour la préparation du minerai de fer, dans une propriété qu'il possède au lieu dit* LA FONTAINE DE JEUX, *commune de* CHATONRUPT (HAUTE-MARNE). Bocard et patouillet, à Chatonrupt.

(Extrait.)

Art. 16. Le bocard et le patouillet qui font l'objet de la

A l'ouest, ce dernier méridien, depuis le point 5 jusqu'au point 6, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, quatre-vingt-deux hectares.

Art. 4. (Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est.)

Mines de bitume de Lussat (partie Nord).

Ordonnance du 25 septembre 1843, portant concession au sieur Louis-Charles-François Lamy de mines de bitume situées dans la commune de Lussat (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Lussat (partie nord)*, est limitée, conformément au plan annexé à notre ordonnance de ce jour relative à la concession de Pont-du-Château (partie Est), ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, le chemin de Saint-Beauzire à Chavaroux, depuis le point 32, où il coupe le méridien passant par le clocher de Lussat, jusqu'au point 33 où il coupe le méridien passant sur le point de jonction E des deux chemins qui tendent de Lussat et d'Aulnat aux martres d'Artières ;

A l'est, ce dernier méridien depuis le point 33 jusqu'au point 34, où il coupe le parallèle passant par le point F, point de partage des chemins qui tendent de Liguat à Antraigues et à Saint-Beauzire ;

Au sud, ce même parallèle depuis le point 34 jusqu'au point 35, où il rencontre le méridien passant par le clocher de Lussat ;

A l'ouest, par ce même méridien, depuis le point 35 jusqu'au point 32, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, trente-quatre hectares.

Art. 4. (Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est.)

Mines de bitume des Roys (partie Nord).

Ordonnance du 25 septembre 1843, portant concession au sieur Louis-Charles-François Lamy de

mines de bitume situées dans les communes de Dallet *et de* Lempdes (Puy-de-Dôme).

(Extrait.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Roys (partie Nord)*, est limitée, conformément au plan annexé à notre ordonnance de ce jour relative à la concession de Pont-du-Château (partie Est), ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, le parallèle passant par le point où la limite des communes de Pont-du-Château et de Dallet coupe la rive gauche de l'Allier, point 8 du plan, depuis ledit point jusqu'au point 7, où il rencontre le méridien passant par le point C, intersection du chemin de Lempdes aux Roys avec la limite des communes de Lempdes et de Dallet;

A l'est, par la rive gauche de l'Allier, depuis le point 8 jusqu'au point 9, où elle rencontre le parallèle passant par le colombier des Roys;

Au sud, le parallèle passant par le colombier des Roys, depuis le point 9 jusqu'au point 10, où il rencontre le méridien passant par le point C; ladite portion 9-10 de ce parallèle formant limite commune entre la présente concession et celle des Roys (partie Sud);

A l'ouest, le méridien passant par le point C, depuis le point 10 jusqu'au point 7;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, quatre-vingt-deux hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est.*)

Ordonnance du 25 *septembre* 1843, *portant concession au sieur* comte Maurice de Lareber, *de mines de bitume situées dans les communes de* Dallet *et de* Lempdes (Puy-de-Dôme).

Mines de bitume des Roys (partie Sud).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Roys (partie Sud)*, est limitée, conformément

au plan annexé à notre ordonnance de ce jour, relative à la concession de Pont-du-Château (partie Est), ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, le parallèle passant par le colombier des Roys, depuis le point 10, où il rencontre le méridien passant par le point C, intersection du chemin de Lempdes aux Roys avec la limite des communes de Lempdes et de Dallet, jusqu'au point 9, où il rencontre la rive gauche de l'Allier; ladite portion 9-10 de ce parallèle formant limite commune entre la présente concession et celle des Roys (partie Nord);

A l'est, la rive gauche de l'Allier, depuis le point 9 jusqu'au point 11, où elle est coupée par le parallèle passant par l'angle le plus septentrional des bâtiments du domaine des Roys;

Au sud, par ce parallèle depuis le point 11 jusqu'au point 12, où il rencontre le méridien passant par le point C;

A l'ouest, ce méridien depuis le point 12 jusqu'au point 10, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, cinq hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus, relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est*).

Mines de bitume du Puy de la Bourrière.

Ordonnance du 25 *septembre* 1843, *portant concession au sieur* Louis-Charles-François Ledru, *de mines de bitume situées dans la commune de* Lempdes (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Puy de la Bourrière*, est limitée, conformément au plan annexé à notre ordonnance de ce jour, relative à la concession de Pont-du-Château (partie Est), ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, la route royale de Clermont à Lyon, depuis le point 26, où elle coupe le méridien passant par le point 27, intersection du chemin communal des Vaugen-

distres à Lempdes avec celui de Montferrand au puy d'Anzel, jusqu'au point 30, où elle coupe le méridien passant par le clocher de Lempdes;

A l'est, ce dernier méridien, depuis le point 30 jusqu'au point 31, où il coupe le parallèle passant par le point 27;

Au sud, ce parallèle depuis le point 31 jusqu'au point 27;

A l'ouest, le méridien passant par le point 27 depuis ce point jusqu'au point 26, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, sept hectares.

Art. 4. (*Comme à l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus, relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est.*)

Ordonnance du 25 septembre 1843, portant concession aux sieurs Claude-Ignace-Anselme BRUGIÈRE DE BARANTE, Amable-Prosper BRUGIÈRE baron DE BARANTE, *aux héritiers du sieur* baron MOUNIER, *et au sieur* Ernest comte ANGLÈS, *de mines de bitume situées dans les communes de* MALINTRAT, *de* GERZAT *et de* PONT-DU-CHATEAU (Puy-de-Dôme). Mines de bitume de Malintrat.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Malintrat*, est limitée, conformément au plan annexé à notre ordonnance de ce jour, relative à la concession de Pont-du-Château (partie Est), ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord, le parallèle passant par le clocher de Malintrat, depuis ce clocher jusqu'à sa rencontre, au point 21, avec le méridien passant par le clocher d'Aulnat;

A l'est, le méridien passant par le clocher de Malintrat, depuis ce clocher jusqu'à sa rencontre, au point 23, avec le parallèle passant par le clocher d'Aulnat;

Au sud, ce parallèle depuis le point 23 jusqu'au clocher d'Aulnat;

A l'ouest, le méridien passant par le clocher d'Aulnat, depuis ledit clocher jusqu'au point 21;

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, vingt-sept hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci dessus, relative à la concession de Pont-du-Château, partie Est.*)

Mines de houille de Melcey.

Ordonnance du 29 *septembre* 1843, *qui accorde à la* dame veuve marquise de RAINCOURT, *aux sieurs* marquis de RAINCOURT, LEGRAND, DUPREL *et* BÉJOT, *la concession d'une mine de houille située dans les communes de* VILLARGENT, MELCEY, FALLON *et* GRAMMONT (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la mine de houille de Melcey*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite allant du point S, jonction des territoires des trois communes de Villers-la-Ville, Villargent et Melcey au point T, intersection de la limite méridionale du territoire de Georfans et d'une ligne droite menée du point B', où la route départementale de Georfans à Avilly entre dans le bois dit du Charmois, au point C, où le ruisseau de Bournois quitte le département du Doubs pour entrer dans celui de la Haute-Saône, mais en arrêtant la ligne droite ST au point Q, où elle rencontre une autre ligne droite dirigée du point A, moulin de Fresnes, sur le point B, clocher de Grammont;

Puis, à partir dudit point Q, par la portion de la ligne droite AB, comprise entre ce point et le point P, intersection des deux lignes B'C et AB indiquées ci-dessus;

A l'est, à partir dudit point P, par la portion de la ligne droite B'C comprise entre ce point et le point Y, intersection de ladite ligne et d'une autre ligne droite menée dudit point B, clocher de Grammont, au point Z, clocher de Fallon;

Au sud, à partir dudit point Y, par la portion de la ligne droite BZ comprise entre ce point et ledit point Z, et par une autre ligne droite dirigée de ce dernier point sur le point H, où la route départementale de Georfans à

[illegible] quitte le département de la Haute-Saône pour entrer dans celui du Doubs ;

A l'ouest, par deux lignes droites menées, l'une dudit point H au point R, angle sud-est du moulin de Pentevue, et l'autre, de ce dernier point au point S, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatre-vingts hectares.

Cahier des charges de la concession de la mine de houille de MELCEY.

(Extrait.)

Art. 19. Les concessionnaires seront tenus de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation de la mine de sel gemme de Melcey, par les concessionnaires de cette dernière mine, ou même le passage à travers leurs propres travaux, s'il est reconnu nécessaire ; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré, ou à dire d'experts.

En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces ouvertures, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, sauf le recours au ministre des travaux publics.

Art. 20. Si l'exploitation des gîtes de houille, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de sel gemme, objet de la concession de la mine de sel de Melcey, les concessionnaires ne pourront exploiter que la partie de leurs gîtes dont l'extraction sera reconnue sans inconvénient par les mines de cette dernière concession.

Ordonnance du 20 septembre 1843, qui accorde au sieur marquis DE RAINCOURT, *à la dame* veuve DE RAINCOURT, *aux sieurs* LEGRAND, DUPREL *et* BÉGEOT, *la concession d'une mine de sel gemme située dans les communes de* VILLARGENT, MELCEY, FALLON *et* GRAMMONT (Haute-Saône). Mine de sel gemme de Melcey.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la mine de sel gemme de Melcey*, est limitée,

conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite, etc. (*La suite comme à l'article 2 de l'ordonnance précédente, relative à la concession de la mine de houille de Melcey.*)

Cahier des charges de la concession de la mine de sel gemme de MELCEY.

(Extrait.)

Art. 21. Les concessionnaires seront tenus de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation de la mine de houille de Melcey par les concessionnaires de cette dernière mine, etc. (*La suite comme à l'article 19 rapporté ci-dessus du cahier des charges de la concession de la mine de houille de Melcey.*)

Art. 22. Si l'exploitation des gîtes de sel gemme, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de houille, objet de la concession houillère de Melcey, les concessionnaires ne pourront, etc. (*La suite comme l'article 20 du cahier des charges de la concession de la mine de houille de Melcey.*)

Mines d'anthracite de Laffrey.

Ordonnance du 29 *septembre* 1843, *qui accorde au sieur* ROSE CARRIÈRE, *la concession de mines d'anthracite situées dans les communes de* LAFFREY *et* CHOLONGE (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Laffrey*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, à partir de l'angle nord de la maison Ravenot, aux Bisars, point I, par une ligne droite menée à l'angle nord de la fabrique Genevais, et prolongée jusqu'au bord du Lac-Mort, au point M ; puis, en suivant les rives est et sud du Lac Mort jusqu'à l'intersection de cette rive au point N, avec une ligne droite tirée de la maison Perrin, à Laffrette, à la prise d'eau des moulins de Laffrey, sur le bord du grand lac ;

A l'ouest, à partir dudit point N, par la ligne droite ci-dessus déterminée, jusqu'à la prise d'eau des moulins de

Laffrey ; puis par la rive est du grand lac de Laffrey jusqu'au point O, où cette rive est coupée par le prolongement d'une ligne droite passant par la rencontre du chemin des crêtes de Layderand avec un chemin venant de Cholonge, point R, et par la rencontre du chemin de Cholonge à Laffrey avec un chemin venant de Bergogne, point S ;

Au sud, à partir du point O ci-dessus déterminé au bord du grand lac de Laffrey, par la ligne droite passant par les deux rencontres de chemins S et R ci-dessus définies, ladite ligne droite prolongée jusqu'à son intersection, au point P, avec une ligne droite menée du clocher de Cholonge à la maison Chalon, à la Quoirelle ;

A l'est, à partir dudit point P, par ladite ligne droite allant à la maison de Chalon, à la Quoirelle, point H, et de ce point par une autre ligne droite menée à la maison Ravenot, aux Bisars, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, quatre-vingt-seize hectares.

Ordonnance du 29 septembre 1843, portant que les sieurs DE KERSAINT *et autres, constitués en société par acte du 25 novembre 1840, sont autorisés à établir au lieu dit* LES CONCHES, *commune de* MONTLUÇON (Allier), *une usine à fer composée de quatre hauts-fourneaux, alimentés par le combustible minéral, et des machines, soufflerie et accessoires nécessaires au traitement métallurgique du minerai de fer et à sa conversion en fonte.* Usine à fer, à Montluçon.

(Extrait.)

Art. 8. Ils se conformeront également, en ce qui concerne les machines à vapeur, aux ordonnances et règlements existants, intervenus ou à intervenir sur cette matière.

En conséquence, ils ne pourront mettre en feu les deux hauts-fourneaux dont la soufflerie doit être mise en mouvement par la seconde machine à vapeur (1), avant d'avoir obtenu une autorisation régulière pour l'établissement de cette nouvelle machine.

(1) Un arrêté du préfet, du 15 mars 1841, visé dans l'ordonnance, a autorisé l'établissement d'une première machine à vapeur.

annexé à la précédente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant de l'angle nord-ouest du moulin de Ravelon, se dirigeant sur l'angle nord de la maison le plus au nord du village de Surmoulin et se prolongeant jusqu'au point B de rencontre avec la ligne menée du clocher de Saint-Forgeot, à l'angle sud-est de la maison de Jean Guyot, au hameau des Abots ;

A l'ouest, par trois lignes droites joignant le point B ci-dessus, le clocher de Saint-Forgeot, l'extrémité des bâtiments du domaine des Thélots, aux héritiers Pichard, et l'angle sud-est de la maison du domaine des Chaumettes ;

Au sud, par une ligne droite partant de l'angle désigné ci-dessus du domaine des Chaumettes, se dirigeant sur l'angle sud-est de la maison le plus au sud du hameau de l'Orme, et se prolongeant jusqu'au point A de rencontre avec la ligne qui va du clocher de Saint-Pantaléon au moulin de Ravelon ;

Enfin à l'est, par une ligne droite partant du point A ci-dessus, et allant à l'angle ouest du moulin de Ravelon, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix kilomètres carrés, soixante-huit hectares.

Art. 4. (Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente).

Mines de fer de Serre.

Ordonnance du 4 novembre 1843, *qui accorde au sieur* Guillaume Barre *la concession de mines de fer oolitique, situées dans la commune de* Parossas (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Serre*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord et au nord-est, par le chemin ABC, de Marpertuis à Contieu ;

A l'est, par une ligne droite CD, tirée de l'angle nord-ouest de la maison Bizet à la jonction des chemins de la Ver-

pillière à Panossas et de Serre à Panossas; cette ligne étant une des limites de la concession dite de *Panossas*, accordée le 11 février 1829;

Au sud, par le chemin DM, de Panossas à Serre, à partir de sa rencontre avec le chemin de la Verpillière, jusqu'au chemin de Serre, et par le chemin ME, de Serre à Chamagnieu, jusqu'à sa rencontre avec le chemin de Maupertuis à Serre;

A l'ouest, par une ligne droite E A, menée dudit point de rencontre à l'extrémité est des bâtiments Berger à Maupertuis, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de soixante-deux hectares, vingt-neuf ares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, seront réglés en deux sortes d'indemnités, et ainsi qu'il suit:

1° Une rente annuelle de cinq centimes par hectare pour tous les terrains compris dans l'étendue de la concession;

2° Une indemnité de 25 centimes par mètre cube de minerai trié, en faveur des propriétaires des terrains sous lesquels on exploitera, aussi longtemps que durera l'exploitation et quels qu'en soient le mode et la position par rapport à la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de Serre.

(Extrait.)

Art. 16. Le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que les exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 17. En cas de contestations entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 30. Le concessionnaire ne pourra établir des usi-

nes pour la préparation mécanique ou le traitement métallurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines d'arsenic d'Espeluches.

Ordonnance du 4 novembre 1843, qui accorde au sieur Théodore Marchet *et aux* héritiers *du sieur* François Gladel, *la concession de mines d'arsenic situées dans les communes de* St-Hilaire (Haute-Loire), *et de* St-Martin-d'Ollières (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Espeluches*, est placée dans le ressort administratif du département de la Haute-Loire. Elle est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, à partir du point A, intersection d'une ligne menée du clocher d'Ollières au château de Valiviers, avec le ruisseau de Malaure, une ligne menée au pic de Farigoles, mais arrêtée au point B, où elle rencontre le ruisseau de Montavarie ;

Au nord-ouest, une ligne menée du point B au clocher de Saint-Hilaire, mais arrêtée au point C, où elle rencontre une ligne menée du confluent du ruisseau de Malaure avec le ruisseau de Mazelet au château de Valiviers ;

Au sud-ouest, la dernière ligne ci-dessus définie, depuis le point C jusqu'au point D, où elle rencontre une ligne menée du clocher de Saint-Hilaire au clocher de Chassignoles ;

Au sud, la dernière ligne ci-dessus définie, depuis le point D jusqu'au point E, où elle rencontre la ligne menée du château de Valiviers au clocher d'Ollières ;

A l'est, cette dernière ligne depuis le point E jusqu'au point A, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatre-vingt-dix-neuf hectares.

Art. 12. Il est expressément interdit aux concessionaires de traiter le minerai pour en extraire l'arsenic, vant d'avoir obtenu une permission pour l'établissement e leur usine, conformément à l'article 73 de la loi du 21 vril 1810, et aux règlements concernant les ateliers qui épandent une odeur insalubre ou incommode.

*Cahier des charges de la concession des mines d'arsenic d'*Espeluches.

(Extrait.)

Art. 15. Les concessionnaires seront tenus de se conormer aux mesures qui seraient prescrites par l'adminiistration, à l'effet de prévenir les dangers résultant de la présence des vapeurs arsénicales, et de supporter les charges qui pourront leur être imposées à cet égard.

Ordonnance du 4 novembre 1843, *portant concession aux sieurs* Jean-Baptiste-Marie Pitorre, Louis Viot *et* Hyppolite Pitorre, *de mines de manganèse situées dans la commune de* Félines-Hautpoul (Hérault). Mines de manganèse de la Matte.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Matte*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

1° Par une ligne droite tirée de l'angle sud-ouest du hameau de la Matte sur l'angle est de la Borie, dite la Bergerie ;

2° Dudit angle est, par une ligne droite menée jusqu'à l'intersection du chemin de la Matte à Labeuradon avec le ruisseau de la Combe des Noyers ;

3° De ladite intersection, en suivant le cours dudit ruisseau jusqu'à la rencontre d'une ligne droite tirée de l'angle ouest du hameau de Ventajon jusqu'à l'intersection du ruisseau de la Boriète avec le chemin de Trausse à Poumayrol ;

4° Dudit point de rencontre, par la portion de ladite ligne droite qui s'étend jusqu'à l'intersection du ruisseau de la Boriète avec le chemin de Trausse à Poumayrol ;

5° Enfin de ladite intersection, par une ligne droite tirée sur l'angle sud-ouest du hameau de la Matte, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, treize hectares.

Cahier des charges de la concession des mines de manganèse de la MATTE.

(Extrait.)

Art. 24. Les concessionnaires ne pourront établir de usines pour la préparation mécanique ou le traitement métallurgique des produits de leurs mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Usine à fer de Raux.

Ordonnance du 4 *novembre* 1843, *portant que le sieur* MERCIER *est autorisé à établir dans son usine de* RAUX, *située sur* LA TARDOIRE, *commune de* MAISONNAIS (Haute-Vienne), *un second feu d'affinerie.*

En conséquence ladite usine sera désormais composée de deux feux d'affinerie et des machines soufflantes et de compression nécessaires pour le travail du fer.

Haut-fourneau et lavoirs de la Vache.

Ordonnance du 15 *novembre* 1843, *portant que* M. le marquis DE VERGENNES *est autorisé à maintenir en activité le haut fourneau de* LA VACHE, *ainsi que les trois lavoirs en dépendant, le tout situé commune de* RAVEAU (Nièvre).

Forge de la Vache.

Ordonnance du 15 *novembre* 1843, *portant que* M. le marquis DE VERGENNES *est autorisé à maintenir en activité la forge de* LA VACHE, *située sur le ruisseau de ce nom, dans la commune de* RAVEAU (Nièvre).

Cette usine restera composée:

1° D'un feu de mazerie ;
2° D'un feu de petite forge,
3° Des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du petit fer et de l'acier de forge.

Ordonnance du 15 *novembre* 1843, *portant que le sieur* WOILARD *et la* dame veuve COTARD *sont autorisés à maintenir en activité deux lavoirs à bras, pour la préparation du minerai de fer, qu'ils ont établis sur leur propriété, au lieu dit* LE COULMY, *commune de* COSNES (Moselle). Lavoirs à bras, à Cosnes.

Ces lavoirs seront alimentés par les eaux du ruisseau du Coulmy, au moyen d'une prise d'eau.

Ordonnance du 12 *novembre* 1843, *portant que celle du* 20 *septembre* 1842, *qui a autorisé* M. le lieutenant général comte CHARBONNEL *à établir un bocard et un patouillet dans la commune d'*IS-SUR-TILLE (Côte-d'Or), *est rapportée ; que* M. le comte CHARBONNEL *est en conséquence dispensé d'acquitter la taxe fixe de* 100 *francs, imposée par l'article* 13 *de l'ordonnance précitée du* 20 *septembre* 1842. Bocard et patouillet, à Is-sur-Tille.

Ordonnance du 18 *novembre* 1843, *portant que le sieur* Augustin GIRARDET *est autorisé à établir au territoire de l'*HORME, *commune de* ST-JULIEN-EN-JARRÊT (Loire), *une usine pour le traitement de la fonte et sa conversion en fer forgé.* Usine à fer, à Saint-Julien-en Jarrêt.

Ladite usine sera composée :
De six fours à pudler,
De six fours à réchauffer ;
Des appareils de compression nécessaires, tant au cinglage qu'à l'étirage du fer ;
Et d'une machine à vapeur à basse pression de la force de 50 chevaux.

Lavoirs à bras, à Marcq-Chevières.

Ordonnance du 18 *novembre* 1843, *portant que la dame* FAUVEAU-DÉLIARS *est autorisé à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour le lavage du minerai de fer, existant au lieu dit* VINCEY, *commune de* MARCQ-CHEVIÈRES (Ardennes), *et un troisieme lavoir existant au lieu dit* LA GRANDE DÉCOMBRE, *dans la même commune.*

(Extrait.)

Art. 18. La permission présente cessera d'avoir son effet, quant aux lavoirs de Vincey, à l'expiration des baux consentis en faveur de la permissionnaire, ou seulement à la fin de nouveaux baux qui pourront avoir lieu, à moins que la permissionnaire n'ait été autorisée à occuper les terrains d'autrui, en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Usine à fer de Prémery.

Ordonnance du 21 *novembre* 1843, *portant que la* dame veuve PAICHEREAU *est autorisée à maintenir en activité l'usine à fer dite* le fourneau DE PRÉMERY, *située commune de ce nom, arrondissement de* COSNES (Nièvre), *sur la rivière de* NIÈVRE.

Cette usine restera composée :
1° D'un haut-fourneau ;
2° De deux feux d'affinerie ;
3° D'un feu de mazerie ;
4° D'un bocard à laitiers ;
5° De deux lavoirs à bras.

Haut-fourneau, à Orgnac.

Ordonnance du 21 *novembre* 1843, *portant que le sieur* LAFAURIE *est autorisé à ajouter à l'usine à fer qu'il possède sur le ruisseau de* LOYRE, *commune d'*ORGNAC, *arrondissement de* BRIVES (Corrèze), *un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer.*

Ordonnance du 24 novembre 1843, portant que le sieur Courot-Bigé *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer de* Croisy, *située commune de* la Chapelle-St-André, *sur le ruisseau de* Sosay (Nièvre). Usine à fer de Croisy.

Cette usine restera composée :
1° D'un feu de mazerie ;
2° D'un petit feu de forge ;
3° D'une soufflerie et des marteaux accessoires nécessaires pour la fabrication du petit fer et de l'acier forgé.

Ordonnance du 24 novembre 1843, portant que le sieur Rossignol *et la* dame veuve Courot *sont aurisés à maintenir en activité la forge du* Mez, *située dans la commune de* la Chapelle-St-André, *sur le ruisseau de* Sozay (Nièvre). Forge du Mez.

Cette usine restera composée :
1° D'un feu de mazerie ;
2° De deux feux de petite forge ;
3° D'une soufflerie et marteaux accessoires nécessaires à la fabrication du petit fer et de l'acier de forge ;
4° D'un bocard à deux marteaux pour pulvériser les scories.

Ordonnance du 24 novembre 1843, portant que le sieur Seillière *est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer d'*Osnes, *située sur le ruisseau de* Launois, *commune d'*Osnes, *arrondissement de* Sedan (Ardennes), *et qui est et demeure composée :* Usine à fer d'Osnes.

1° De quatre fours à pudler ;
2° De deux fours à souder ;
3° D'un feu de fenderie ;
4° Et des machines de compression nécessaires à la confection des produits de l'usine.

(Extrait.)

Art. 14. Il est tenu d'avoir un compte ouvert au bureau

5° Du sommet de cet angle, en suivant la ligne qui sépare les terrains des sieurs Louis Aubert, Gouvy et compagnie des enclos précités, et des jardins de la veuve Nicolas Vergnie et de la dame Nicolas Schmitt jusqu'à l'angle G du jardin de cette dernière ;

6° De là, par une ligne commune entre les propriétés des concessionnaires et les enclos des sieurs Nicolas Porte, Nicolas Charpentier et François Porte, jusqu'au point H, intersection de la ligne GH avec un sentier d'exploitation situé derrière la saline de Sarralbe ;

7° Du point H, en suivant ledit sentier jusqu'au point I placé dans l'alignement d'un des côtés de l'angle nord du jardin du sieur Jean Schaffer ;

8° Du point I, par une ligne droite aboutissant au sommet J dudit angle nord de ce jardin, et par les limites nord-est et sud-est de ce même jardin jusqu'au point K, et par la haie existante depuis ledit point K jusqu'au point L, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre-vingts hectares cinquante-neuf centiares.

Sources d'eau salée des Haras.

Ordonnance du 25 *novembre* 1843, *qui accorde aux sieur* Nicolas Burgun *et* dame Marie-Madeleine Seiler, *son épouse*, *aux sieur* Jean-Georges-Mathias Gast *et* dame Marie-Anne Seiler, *son épouse*, *au sieur* Louis Lorin, *aux sieur* Louis-Olivier Sonis *et* dame Françoise Lorin, *son épouse*, *aux sieur* Alphonse Tinchant *et dame* Élise Lorin, *son épouse*, *la concession de sources d'eau salée situées dans la commune de* Sarralbe, *arrondissement de* Sarreguemines (Moselle).

(Extrait.)

Art 2. Le périmètre de cette concession, qui prendra le nom de *concession de sources d'eau salée des Haras*, est déterminé ainsi qu'il suit :

1° Par la portion du chemin de Recht à Saar-Union, comprise entre le point D, où le fossé de séparation de la ferme du Haras d'avec le ban de Recht le rencontre.

et le point E, intersection de ce même chemin avec celui de Hissinghen à Sarralbe ;

2° Du point E, par ledit chemin jusqu'au point F situé à cent quarante-deux mètres dudit point E ;

3° Du point F, par une ligne droite tirée jusqu'au point Q, l'une des extrémités du fossé qui sépare la prairie de la ferme des Haras de celles du sieur Spol, et depuis ledit point Q jusqu'au point O, intersection de ce fossé avec une ligne partant du point M, situé sur le chemin de Hissinghen à Sarralbe, à soixante-six mètres du point E, et se terminant au point N du fossé LG qui sert de limite commune aux départements de la Moselle et du Bas-Rhin ; ce point N se trouvant à vingt-huit mètres de l'intersection G dudit fossé LG avec celui qui sépare les prairies du Haras et celles du sieur Spol ;

4° A partir du point N, par le fossé LG jusqu'au point L, où il cesse de servir de limite aux départements du Bas-Rhin et de la Moselle ; puis, par la continuation de ce fossé jusqu'au point H, distant de cinq cent quatre mètres en ligne droite dudit point L ;

5° Du point H, par une ligne droite aboutissant à une borne située au point I du sommet d'un des angles saillants de la forêt de Féewald, au canton dit Herrend-Vend ;

6° A partir de la borne I, par une des limites de cette forêt jusqu'au sommet de l'angle saillant désigné par une borne K ;

7° De ce dernier point, par le fossé qui sert de limites communes entre les propriétés de la ferme du Haras et celles du ban de Recht, jusqu'en D, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré.

Ordonnance du 25 novembre 1843, portant que les sieurs Lacombe, père et fils, *sont autorisés à établir, en remplacement de la papeterie qu'ils possèdent* aux Avalats, *sur la rivière du* Tarn, *commune de* Saint-Juéry (Tarn), *une usine à fer, composée d'un martinet avec sa forge, et d'un laminoir avec four à réverbère.* Usine à fer, à St-Juéry.

Bocard, patouillet et lavoirs à bras, à Narcy.

Ordonnance du 25 novembre 1843, portant que les sieurs Viry *sont autorisés à maintenir en activité un bocard à six pilons, avec un patouillet à deux huches, mus par un manége, et deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, en aval de l'étang de* Bize, *sur un terrain qu'ils tiennent à bail de la commune de* Narcy (Haute-Marne).

(Extrait.)

Art. 2. La présente permission cessera d'avoir son effet, à l'expiration du bail consenti par la commune, ou à la fin des nouveaux baux qui pourront avoir lieu entre ladite commune et les permissionnaires, à moins qu'ils n'aient été autorisés à occuper les terrains d'autrui, en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Les ateliers présentement autorisés seront alimentés par les eaux de l'étang de Bize, aux conditions du bail précité.

Haut-fourneau et bocard, à Moutiers-sur-Saulx.

Ordonnance du 25 novembre 1843, portant que les sieurs Vivaux frères *sont autorisés à établir un haut-fourneau et à maintenir en activité un bocard à mines composé de huit pilons, au lieu dit d'*Ecurey, *sur la rivière de* Saulx, *commune de* Moutiers-sur-Saulx (Meuse).

(Extrait.)

Art. 6. Un gardien devra stationner près du déversoir dont il vient d'être parlé dans l'article précédent, pour ouvrir les vannes, les fermer et assurer le passage des glaces.

Lavoirs à bras, à Noncourt.

Ordonnance du 25 novembre 1843, portant que le sieur de Beurges *est autorisé à maintenir en activité dans la commune de* Noncourt (Haute-Marne), *quinze lavoirs à bras, pour la préparation des minerais de fer, situés, savoir :*

Huit près du bocard de la forge de NONCOURT, *sur le ruisseau du* TARNIER;

Deux au-dessous du bocard de la CASTELLE, *sur le même cours d'eau du Tarnier;*

Et cinq près du bocard du moulin, sur la rivière du ROUGEANT.

Ordonnance du 25 *novembre* 1843, *portant que le sieur* ESQUIROL *est autorisé à maintenir en activité une forge catalane, à un feu et à deux marteaux, qu'il a établie sur une dérivation de la rivière de* VICDESSOS, *à l'entrée du faubourg méridional de la ville de* TARASCON (Ariége). Forge catalane, à Tarascon.

(Extrait.)

Art. 8. Le permissionnaire établira au-dessus du mur de soutènement de la route royale n° 20, dans la partie où elle est bordée par le canal d'amenée, un parapet en maçonnerie à chaux et sables, ayant 0m,70 de hauteur sur 0m,45 de largeur. L'entretien de ce parapet et celui du mur de soutenement resteront à perpétuité à la charge du permissionnaire.

Art. 16. Il est tenu de ne recevoir en magasin et conserver dans la halle de la forge, d'autre charbon que celui destiné à remplir les parsons.

Il est aussi tenu de n'établir aucun magasin de charbon, à moins de cent cinquante mètres de distance de la halle de la forge et de toutes autres habitations.

Ordonnance du 25 *novembre* 1843, *portant que les sieurs* AUBÉ *et* TRONCHON *sont autorisés à établir un second haut-fourneau pour la fusion des minerais de fer, dans leur usine d'*HERSERANGE, *arrondissement de* BRIEY (Moselle). Haut fourneau, à Herserange.

(Extrait.)

Art. 14. Les permissionnaires devront, ainsi qu'ils en ont pris l'engagement, tirer de l'étranger les bois et le

charbon de bois nécessaires au roulement du nouveau haut-fourneau ; ils seront en conséquence tenus de justifier de l'origine de ces combustibles, jusqu'à concurrence de trente-quatre mille hectolitres de charbon de bois, fixés par eux, au moyen d'acquits délivrés par les employés des douanes, lors de leur introduction en France.

Ils seront tenus de communiquer ces acquits à l'agent forestier local, toutes les fois qu'ils en seront requis.

Usines à fer de Buré-la-Forge et de Dorlon.

Ordonnance du 5 décembre 1843, portant que la dame veuve TROTYANNE, *propriétaire de l'usine de* BURÉ-LA-FORGE, *située dans la commune d'*ALLONDRELLE, *sur le ruisseau de* VILLANEY, *et du haut-fourneau de* DORLON *et du bocard à crasses qui en dépend, situés l'un et l'autre dans la commune de* LONGUYON *et sur le même cours d'eau* (Moselle), *est autorisée :*

1° *A transférer la scierie établie dans l'usine de* BURÉ-LA-FORGE, *en vertu de l'ordonnance royale du* 19 *septembre* 1829, *en un point situé à soixante-cinq mètres en aval de son emplacement actuel, sur le même cours d'eau ;*

2° *A maintenir en activité les deux foyers d'affinerie et le marteau de forge qu'elle a construits dans son usine de* BURÉ-LA-FORGE, *en remplacement de deux fours à pudler et d'un foyer de chaufferie, autorisés par l'ordonnance royale du* 4 *mars* 1830 ;

3° *A transférer dans la même usine, le haut-fourneau établi à* DORLON, *commune de* LONGUYON ;

4° *A transporter le bocard à crasses, dépendant du haut-fourneau de* DORLON, *auprès de la scierie, sur l'arbre même qui la fait mouvoir.*

La consistance de l'usine de Buré-la-Forge reste en conséquence fixée ainsi qu'il suit :

1° Un haut-fourneau ;

2° Deux forges d'affinerie au charbon de bois ;

3° Un marteau de forges ;

4° Un bocard pour le bocardage des crasses et des laitiers ;

5° Une scierie.

(Extrait.)

Art. 14. Le haut-fourneau jouira de l'affectation réservée au haut-fourneau de Dorlon, dans les minières de Saint Pancré, par l'arrêté du gouvernement du 15 pluviôse an XI et le décret du 24 août 1811, sous la condition que la permissionnaire ou ses ayants cause se conformeront aux règlements existants ou à intervenir sur lesdites minières.

Art. 18. Elle (*la permissionnaire*) s'engagera par un acte notarié, pour elle, ses héritiers et ayants cause, à démolir la scierie qu'elle est autorisée, par la présente, à transférer en aval de l'usine de Buré-la-Forge, sur le vu d'une décision ministérielle, portant qu'elle est devenue préjudiciable sous le rapport forestier.

Ordonnance du 30 *décembre* 1843, *portant approbation d'un arrêté de conflit pris par le préfet du Nord, en tant qu'il revendique pour l'autorité administrative l'interprétation de divers actes relatifs à la concession des mines de houille de* VIEUX-CONDÉ. **Mines de houille de Vieux-Condé.**

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport du comité de législation ;

Vu l'arrêté de conflit pris, le 9 août 1843, par le préfet du Nord, dans une instance engagée devant le tribunal civil de Valenciennes, entre la compagnie concessionnaire des mines d Anzin et la compagnie concessionnaire des mines de Thivencelles et d Escaupont ;

Vu la requête adressée, le 21 avril 1843, au président du tribunal de l'arrondissement de Valenciennes, par la compagnie concessionnaire des mines d Anzin, Fresnes et autres lieux, et dans laquelle ladite compagnie expose qu'il résulte de deux arrêts du ci-devant conseil du roi, du 14 octobre 1749 et du 21 avril 1751, ainsi que d'un avis du conseil d'État du 27 mars 1806, approuvé par

l'empereur le 31 du même mois, qu'elle a toute la concession des communes de Condé, Vieux-Condé et Hergnies; qu'ainsi, sur ces communes, et par application de la loi du 21 avril 1810, elle seule a le droit de faire des recherches et d'enfoncer des sondes ou tarières pour découvrir des mines; que cependant, les associés et intéressés des mines d'Escaupont et de Thivencelles viennent de faire faire des sondages pour découvrir des mines de houille sur le territoire de la commune de Condé, et en conséquence de cet exposé, demande qu'il lui soit permis de faire assigner, à bref délai, les associés et intéressés des mines d'Escaupont et de Thivencelles, pour entendre dire que c'est sans droit et en violation de celui des exposants, qu'ils se permettent de faire des sondages pour découvrir des mines de houille sur le territoire de la commune de Condé, qu'ils devront cesser immédiatement ces sondages et interrompre les travaux commencés sur ladite commune, et s'entendre, de plus, condamner aux dommages-intérêts à libeller par état, et aux dépens;

Vu l'assignation donnée, le 22 avril 1843, au nom de la compagnie d'Anzin à la compagnie d'Escaupont et de Thivencelles, pour comparaître devant le tribunal civil de Valenciennes, et entendre adjuger les fins de la requête précitée;

Vu le déclinatoire proposé, le 16 mai 1843, par le préfet du Nord;

Vu les conclusions des parties, et celles de notre procureur près le tribunal civil de Valenciennes;

Vu le jugement, du 4 août 1843, par lequel le tribunal rejette le déclinatoire;

Vu les observations de notre procureur près le tribunal de Valenciennes sur l'arrêté de conflit;

Vu les observations de notre ministre des travaux publics, enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, les 23 octobre et 14 novembre 1843;

Vu les observations de la compagnie des mines d'Escaupont et de Thivencelles, enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 23 octobre 1843, et les observations de la compagnie d'Anzin, enregistrées au même secrétariat général, le 9 décembre 1843, dans lesquelles les deux compagnies concluent respectivement aux dépens;

Vu les autres pièces jointes au dossier, et notamment

la lettre écrite, le 30 août, au secrétaire général de notre conseil d'État, par notre garde des sceaux, et de laquelle il résulte que les pièces de l'affaire sont parvenues à la chancellerie le même jour 30 août;

Vu les arrêts du conseil des 14 octobre 1749 et 21 avril 1751, la loi du 28 juillet 1791, l'avis du conseil d'Etat du 27 mars 1806, approuvé par l'empereur le 31 du même mois, la loi du 21 avril 1810, les ordonnances royales des 1.er juin 1828, 12 mars 1831 et 19 juin 1840, art. 35;

Vu l'article 7 de l'ordonnance royale du 12 décembre 1821, ainsi conçu: « Il ne sera prononcé, sur les observations des parties, quel que soit le jugement qui intervienne (sur le conflit), aucune condamnation de dépens. »

Ouï M.es Daverne, avocat de la compagnie de Thivencelles et d'Escaupont, et Mirabel-Chambaud, avocat de la compagnie d Anzin;

Ouï M. Paravey, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que la demande formée par la compagnie d'Anzin, devant le tribunal civil de Valenciennes, pour faire cesser les recherches entreprises par la compagnie d'Escaupont et de Thivencelles sur le territoire de Condé, et pour obtenir des dommages et intérêts, à raison des forages déjà pratiqués, est fondée sur les droits qui résulteraient, pour les demandeurs, de deux arrêts de l'ancien conseil de 1749 et 1751, et d'un avis du conseil du 27 mars 1806, approuvé par l'empereur le 31 du même mois; que la compagnie d Escaupont et de Thivencelles conteste le sens et la portée attribués à ces actes par la compagnie d'Anzin; que dès lors, il y a lieu de les interpréter, et que cette interprétation ne peut être donnée que par l'autorité administrative;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1.er L'arrêté de conflit pris par le préfet du Nord, le 9 août 1843, est confirmé, en tant qu'il revendique, pour l'autorité administrative, l'interprétation des deux arrêts de l'ancien conseil du 14 octobre 1749, et du 21 avril 1751, et de l'avis du conseil d'État du 27 mars 1806, approuvé par l'empereur le 31 du même mois.

Art. 2. Sont considérés comme non avenus l'exploit introductif d'instance du 22 avril 1843, et le jugement rendu par le tribunal civil de l'arrondissement de Valenciennes, en ce qu'ils ont de contraire à la présente ordonnance.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance

---

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

Adressées aux Préfets, aux Ingénieurs des mines et aux Ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Paris, le 24 juillet 1843.

Monsieur le Préfet, les machines et chaudières à vapeur ont successivement été soumises à diverses mesures de sûreté par les ordonnances des 29 octobre 1823, 7 mai 1828, 22 septembre 1829, 25 mars 1830 et 22 juillet 1839. **Machines et chaudières à vapeur.**

Avant 1823, on ne comptait en France qu'un petit nombre de ces appareils, qui se sont beaucoup multipliés depuis.

Le décret du 15 octobre 1810 et l'ordonnance du 14 janvier 1815, relatifs aux établissements insalubres ou incommodes, ne s'étaient occupés des machines à vapeur, qu'ils désignaient sous le nom de pompes à feu, que par rapport aux inconvénients de la fumée pour le voisinage.

L'ordonnance du 29 octobre 1823 prescrivit plusieurs conditions de sûreté; mais elle ne concernait que les machines à haute pression, celles dans lesquelles la force élastique de la vapeur dépasse deux atmosphères.

Les ordonnances des 7 mai 1828 et 23 septembre 1829 déterminèrent des règles pour les épreuves, et y assujettirent toutes les chaudières à haute pression, ainsi que les tubes bouilleurs, et les cylindres et enveloppes de cylindres des machines.

L'ordonnance du 25 mars 1830 s'occupa spécialement des chaudières à basse pression, où la tension de la vapeur ne dépasse pas deux atmosphères au plus; elle leur appliqua quelques-unes des dispositions déjà prescrites pour la haute pression, mais en les exemptant des épreuves et de toute condition d'emplacement.

Enfin, l'ordonnance du 22 juillet 1839 a fixé des règles pour les épreuves des chaudières des machines locomotives employées sur les chemins de fer.

Les règlements faits ainsi à différentes reprises man-

quaient d'unité et présentaient diverses lacunes. En outre, le temps et l'expérience ont fait reconnaître que, parmi les précautions exigées, il en était quelques-unes que l'on pouvait rendre moins rigoureuses ou même supprimer entièrement; d'autres, au contraire, qu'il convenait d'étendre ou de compléter, de manière à concilier à la fois les intérêts de l'industrie et ceux de la sûreté publique. Il était donc nécessaire de faire un nouveau règlement à l'effet de coordonner toutes les dispositions à prescrire aujourd'hui en cette matière.

Les enseignements de la théorie et de la pratique ont été mis à profit. La commission centrale des machines à vapeur a exécuté des expériences ayant pour but de vérifier plusieurs moyens de sûreté sur l'efficacité desquels des doutes s'étaient élevés. Les diverses circonstances où des explosions sont arrivées ont été l'objet d'une étude suivie. On a pu remonter aux causes déterminantes de quelques accidents, et reconnaître les moyens de prévenir ou d'atténuer le danger.

J'ai l'honneur de vous transmettre, Monsieur le Préfet, la nouvelle ordonnance du 22 mai dernier, qui régit dorénavant les machines et chaudières à vapeur employées sur terre. Elle est imprimée à la suite de cette circulaire.

Quant aux bateaux à vapeur, une autre ordonnance, en date du 23 mai, que je vous adresse séparément, contient les dispositions qui leur sont applicables.

Dans les anciens règlements, les appareils à vapeur étaient répartis en deux classes, suivant qu'ils fonctionnaient à haute ou à basse pression. Chacune de ces deux classes se trouvait soumise à des conditions distinctes. Il y avait plusieurs inconvénients à ne considérer ainsi que la tension de la vapeur dans les chaudières. De petits appareils étaient assujettis, par cela seul qu'ils fonctionnaient à haute pression, à des conditions d'emplacement souvent fort gênantes, et qui apportaient des obstacles à leur emploi dans l'industrie, tandis que de grands appareils à basse pression s'en trouvaient affranchis. Indépendamment de la tension de la vapeur, il faut tenir compte des dimensions de l'appareil. On conçoit qu'une petite chaudière, quoique à haute pression, pourra occasionner beaucoup moins de dommages, si elle vient à éclater, qu'une grande chaudière à basse pression. Et d'un autre côté, les épreuves et les autres moyens de sûreté sont

également nécessaires toutes les fois que la vapeur se produit dans un appareil fermé.

On a, en conséquence, supprimé dans la nouvelle ordonnance ce qui se rapportait à l'ancien classement.

Toutes les chaudières devront être munies des mêmes appareils de sûreté.

Relativement aux conditions de local, elles seront réparties en quatre catégories que l'on a établies en ayant égard à la fois à la capacité des chaudières et à la tension de la vapeur. Le produit du nombre qui exprime la capacité en mètres cubes, par le nombre qui exprime la tension de la vapeur en atmosphères, détermine la catégorie à laquelle appartient la chaudière.

Ces nombres ont été combinés de telle sorte que chaque chaudière se trouvât classée suivant qu'elle présenterait plus ou moins de danger.

La première catégorie comprendra, en général, les grandes chaudières. Elles devront être situées en dehors de toute maison d'habitation et de tout atelier. Néanmoins, on pourra, par exception, dans le cas prévu par l'article 35, en autoriser l'établissement dans un atelier, pourvu que cet atelier ne fasse pas partie d'une maison d'habitation. Il y aurait en effet, dans certaines circonstances, un véritable préjudice pour le fabricant à ne pouvoir faire servir le même foyer de chaleur à sa chaudière et à ses ateliers. Je vous prie, Monsieur le Préfet, de me donner connaissance des autorisations que vous accorderez dans ces circonstances.

Dans la seconde et la troisième catégorie se trouveront les chaudières de puissance moyenne. Elles pourront être placées dans un atelier, s'il ne fait pas partie d'une maison d'habitation.

Lorsqu'une chaudière de la première catégorie ne sera pas à plus de dix mètres, et une chaudière de la seconde catégorie à plus de cinq mètres de distance d'une maison d'habitation ou de la voie publique, il devra être construit de ce côté un mur de défense de un mètre d'épaisseur. Le préfet en fixera, suivant chaque espèce, et d'après les propositions de l'ingénieur, les dimensions en longueur et en hauteur, afin de prévenir les accidents qui pourraient résulter, en cas d'explosion, tant de la projection des matériaux solides, que de la force expansive de la vapeur qui se dégagerait subitement.

Si une chaudière de la première catégorie est enterrée en contre-bas du sol, le mur de défense ne sera exigible que lorsqu'elle se trouvera à moins de cinq mètres des habitations ou de la voie publique.

Dans la quatrième catégorie seront toutes les petites chaudières. Elles pourront être établies dans l'intérieur d'un atelier quelconque, lors même qu'il ferait partie d'une maison d'habitation, ce qui facilitera leur emploi dans un grand nombre d'industries.

Les chefs d'établissements trouveront ainsi dans ce nouveau classement de grands avantages, et en même temps les tiers auront toutes les garanties nécessaires.

Toutes les machines et chaudières à vapeur, sauf l'exception indiquée ci-après, devront être préalablement éprouvées par la pompe de pression.

Jusqu'à présent l'épreuve n'avait eu lieu, en ce qui concerne les appareils fonctionnant sur terre, que pour la haute pression. Cependant elle est ordinairement le meilleur moyen de découvrir les défauts qui peuvent exister, soit dans la nature du métal employé, soit dans le mode de construction de la chaudière. Il convenait en conséquence d'y assujettir indistinctement tous ces appareils. Cependant les chaudières qui auront des faces planes continueront d'en être exemptées, à la condition que la tension de la vapeur ne devra jamais s'élever à plus d'une atmosphère et demie. Elles pourraient en effet être déformées sous la pression d'épreuve.

Comme dans les anciens règlements, la pression d'épreuve, pour les chaudières, tubes bouilleurs et réservoirs en tôle ou en cuivre laminé, sera triple de la pression *effective*, c'est à-dire de la plus grande tension que la vapeur peut avoir dans leur intérieur, diminuée de la pression atmosphérique. Elle sera quintuple pour les chaudières et tubes bouilleurs en fonte. L'ordonnance du 7 mai 1828 avait déjà établi cette distinction. Elle est motivée par les chances de rupture qui sont particulières aux chaudières en fonte.

Les cylindres et enveloppes de cylindres en fonte ne seront éprouvés que sous une pression triple de la pression effective, parce que ces pièces sont beaucoup moins sujettes aux explosions que les chaudières, qu'elles ne sont pas exposées aux mêmes causes de détériorations que celles-ci, et que les explosions, d'ailleurs excessivement

rares, ne pourraient, en tous cas, occasionner que des accidents peu graves.

L'ordonnance détermine les épaisseurs qu'il est nécessaire de donner aux parois des chaudières cylindriques en tôle ou en cuivre, pour qu'elles aient la résistance suffisante, eu égard à leur diamètre, à la tension sous laquelle elles doivent fonctionner, et à la pression d'épreuve qu'elles doivent subir. Ces conditions conduisent à une formule algébrique, d'après laquelle a été dressée la table insérée dans l'instruction du 12 juillet 1828, et qui est annexée à la nouvelle ordonnance.

Après l'épreuve, on apposera le timbre destiné à la constater, et à indiquer le degré de tension que la vapeur ne doit point dépasser. Ce timbre consiste en une plaque de cuivre circulaire frappée à la Monnaie de Paris et sur laquelle le nombre d'atmosphères est marqué; elle devra, à l'avenir, porter en légende : *Ordonnance du* 22 *mai* 1843. Cette plaque est fixée à la pièce éprouvée par trois vis en cuivre. L'ingénieur qui préside à l'épreuve fait araser à fleur de la plaque, lorsqu'elles ont été enfoncées dans les trous disposés à cet effet, la tête de chacune de ces vis, et il y forme une empreinte à l'aide d'un poinçon représentant le coq gaulois. La plaque et les vis, ainsi que le matériel nécessaire pour l'épreuve, doivent être fournis par le propriétaire de la chaudière. A l'égard des poinçons, l'administration en a transmis, dans le temps, à chaque préfecture, pour MM. les ingénieurs.

Les anciennes ordonnances avaient prescrit d'adapter des rondelles fusibles aux chaudières. Ces plaques métalliques ne seront plus exigées. Elles avaient soulevé beaucoup d'objections. La commission centrale des machines à vapeur s'est livrée à ce sujet à des expériences directes. Les faits qu'elle a constatés ont montré que les rondelles ne fondent ou ne se ramollissent pas généralement au degré que leur timbre accuse, ni même à des degrés plus élevés, lorsque la tension de la vapeur augmente rapidement; que, par conséquent, elles n'offrent pas de garantie contre ces accroissements brusques de tension qui seraient occasionnés par une circonstance accidentelle et qui paraissent être les causes ordinaires des explosions. Ainsi, elles n'ont pas l'efficacité qu'on leur avait attribuée dans l'origine, et qui avait porté à les prescrire.

Toutefois, ces mêmes expériences ont fait voir que,

lorsqu'une rondelle a été exposée pendant quelque temps à une température de la vapeur supérieure de deux ou trois degrés seulement à celle de son point de ramollissement ou de fusion, elle cède et livre passage à la vapeur. Un intervalle d'une heure et demie à deux heures suffit pour produire cet effet. Elles pourraient donc être un moyen d'empêcher de pousser habituellement la tension de la vapeur au delà de sa limite normale et préviendraient ainsi les surcharges des soupapes; mais il faudrait avoir la précaution de les renouveler périodiquement, car elles s'altèrent progressivement avec le temps. Cette nécessité de les renouveler fréquemment est un inconvénient réel qui a décidé à ne plus les exiger.

A l'égard des soupapes, des manomètres, des indicateurs du niveau de l'eau dans les chaudières, ce sont là des moyens de sûreté adoptés dans tous les pays où les machines à vapeur sont en usage, en Angleterre, aux États-Unis, en Prusse, en Belgique; leur efficacité est universellement reconnue. Ils constituent un système de précautions indispensables pour se prémunir contre un agent aussi puissant, et dont la force peut devenir destructive quand elle n'est pas limitée.

Chaque chaudière devra, comme par le passé, être pourvue de deux soupapes de sûreté, une vers chaque extrémité.

On réglera les diamètres des orifices de ces soupapes conformément à la table annexée à l'ordonnance, et qui, ainsi que la formule générale pour calculer les diamètres des soupapes, avait déjà été donnée dans l'instruction ministérielle du 23 juillet 1832.

Autrefois il était interdit de charger, par l'intermédiaire de leviers, les soupapes des chaudières à basse pression. Comme ces chaudières étaient affranchies de plusieurs des conditions de sûreté imposées à la haute pression, comme elles se trouvaient notamment exemptes des épreuves, on avait voulu que leurs soupapes fussent chargées directement par un poids, parce qu'il est moins facile de cette manière d'opérer clandestinement des surcharges. Mais ces charges directes peuvent présenter elles-mêmes des difficultés. Il n'est pas toujours aisé d'ajuster et de maintenir convenablement le poids qui doit peser sur la soupape. Dans la nouvelle ordonnance, on permet de charger, soit directement, soit par l'interme-

diaire d'un levier, les soupapes des chaudières à basse ou haute pression. Mais, afin de prévenir les contraventions, on exige que le poids soit poinçonné, ainsi que le levier, s'il en est fait usage.

Conformément à ce qui était dit dans l'instruction du 12 juillet 1828, le poids qui doit former la charge d'une soupape se détermine d'après la grandeur de l'orifice de cette soupape et la pression effective de la vapeur dans la chaudière; mais on a constaté qu'il était nécessaire de restreindre dans certaines limites la largeur de la surface annulaire de recouvrement, afin d'obvier aux inconvénients de la trop grande étendue que l'on donnait quelquefois à cette surface, et d'où résultaient des incertitudes dans le calcul de la charge. L'article 24 de l'ordonnance fixe en conséquence la limite que la largeur de la surface annulaire ne devra pas dépasser.

L'article 4 de l'ordonnance du 29 octobre 1823 prescrivait de renfermer sous une grille fermant à clef l'une des deux soupapes. On avait eu pour but de s'assurer ainsi qu'il y aurait toujours sur chaque chaudière une soupape au moins que l'on ne pourrait surcharger. La pratique a montré que cette disposition devait être supprimée. D'une part, elle n'empêche pas absolument les surcharges, ou bien il faudrait donner à la grille une forme et des dimensions qui seraient très-gênantes. D'autre part, il est réellement utile que chaque soupape reste à la portée de l'ouvrier qui dirige le chauffage, pour qu'il puisse la remettre immédiatement en bon état de service si elle vient à se déranger. Du reste, on doit reconnaître que les ouvriers préposés à la conduite des machines à vapeur sont généralement aujourd'hui plus éclairés et plus soigneux. Ils savent tout le danger de surcharger les soupapes, et l'on doit espérer que ces sortes d'infractions deviendront de plus en plus rares.

Les règlements n'avaient jusqu'ici exigé le manomètre que pour les chaudières à basse pression. Néanmoins les instructions en recommandaient l'emploi sur toutes les chaudières. C'est en effet un instrument des plus utiles, puisqu'il fait connaître à chaque instant quelle est la tension de la vapeur. Ces instructions conseillaient aussi de se servir, autant que possible, du manomètre à air libre, c'est-à-dire ouvert à sa partie supérieure, et qui est bien préférable au manomètre à air comprimé. Désormais l'on

sera tenu de munir toute chaudière à vapeur d'un manomètre. Cet appareil devra être à air libre toutes les fois que la pression effective de la vapeur ne s'élèvera pas au-dessus de quatre atmosphères. Pour ces tensions, la hauteur du tube n'est pas assez grande pour présenter des difficultés d'exécution. On devra également employer le manomètre à air libre, quelle que soit la pression effective de la vapeur, quand il s'agira d'une chaudière appartenant à la quatrième catégorie. Comme ces chaudières peuvent être placées dans l'intérieur d'un atelier dépendant d'une maison d'habitation, il importe que l'on redouble de précautions à leur égard.

Si le tuyau qui amène la vapeur au manomètre s'embranchait sur une conduite de vapeur, le manomètre donnerait des indications inexactes lorsque la vapeur serait en mouvement dans cette conduite, ce qui pourrait induire en erreur l'ouvrier qui dirige la machine. L'ordonnance porte, en conséquence, que le tuyau sera adapté directement sur la chaudière.

L'insuffisance d'eau est regardée comme l'une des causes les plus fréquentes des accidents et des explosions. Il est donc bien essentiel que les chaudières soient convenablement alimentées. Chaque chaudière devra être munie d'une pompe ou autre appareil alimentaire bien construit et en bon état d'entretien.

Afin que l'on puisse, en outre, toujours reconnaître si l'eau, dans la chaudière, est fournie avec régularité et maintenue à son niveau, il est prescrit d'adapter aux chaudières, soit un flotteur qui accuse par son jeu le changement de niveau, soit un tube indicateur en verre, soit des robinets indicateurs.

Chaque chaudière devra de plus être munie d'un *flotteur d'alarme*, c'est-à-dire disposé de telle sorte que si, par une cause imprévue, l'eau venait à s'abaisser au-dessous du niveau déterminé, la vapeur, en s'échappant aussitôt par l'issue que ce flotteur lui ménage, pût avertir, par le bruit qu'elle produirait, de cet abaissement de l'eau, et suppléer ainsi au défaut d'attention de l'ouvrier. Nos mécaniciens construisent maintenant des instruments de ce genre, simples et peu coûteux; leur emploi sera extrêmement utile.

Aucun de ces appareils indicateurs n'était prescrit par les anciennes ordonnances; ils étaient seulement recom-

mandés par les instructions : il convenait de les rendre obligatoires.

Tels sont, avec les soupapes et les manomètres, les moyens de sûreté les plus efficaces connus jusqu'à ce jour. Si plus tard on vient à en découvrir d'autres qui leur soient préférables, un nouveau règlement pourra les prescrire ; mais ceux que l'on exige ici sont d'une utilité incontestable, et, employés avec soin, ils préviendront les dangers qui auraient certainement lieu sans ces précautions.

L'ordonnance comprend les machines à vapeur locomobiles et locomotives, en leur appliquant, sauf les modifications nécessaires, les dispositions relatives aux autres machines à vapeur.

Les machines locomobiles sont celles qui peuvent être transportées d'un lieu à un autre pour fonctionner à chaque station et servir à divers usages.

Il est interdit de s'en servir à moins de cent mètres de distance d'un bâtiment quelconque, sans une autorisation spéciale du maire de la commune. En cas de refus du maire, les parties pourront se pourvoir devant le préfet.

Lorsque la chaudière sera construite suivant un système tubulaire, elle pourra n'être éprouvée que sous une pression double de la pression effective. Les tubes n'ayant dans ces sortes de chaudières qu'un petit diamètre qui rend leur écrasement moins fréquent et surtout moins dangereux, cette épreuve est suffisante. D'ailleurs, d'après le grand nombre de joints qu'elles présentent, elles pourraient être endommagées en subissant une pression d'épreuve trop forte.

On pourra aussi, quelle que soit la tension de la vapeur dans ces chaudières, remplacer le manomètre à air libre, qui serait ici incommode, par le manomètre à air comprimé, ou bien par un thermomanomètre, c'est-à-dire par un thermomètre à mercure, dont la tige, au lieu d'être graduée comme dans les thermomètres ordinaires, est divisée en atmosphères, d'après les températures correspondantes aux pressions qu'exerce la vapeur d'eau à son maximum de densité, et qui accuse ainsi la tension de la vapeur dans la chaudière.

Les chaudières tubulaires des machines locomotives continueront d'être éprouvées sous une pression double

de la pression effective, ainsi que l'ordonnance du 22 juillet 1839 l'avait déjà prescrit.

Leurs soupapes peuvent être chargées à l'aide de ressorts, attendu que les secousses qui ont lieu durant la marche s'opposent à ce qu'on les charge avec des poids.

Comme les chaudières des machines locomobiles, elles devront être munies d'un manomètre ou d'un thermomanomètre.

Des essais exécutés par la commission centrale des machines à vapeur ont montré que ces appareils peuvent très bien s'adapter aux locomotives; qu'il est facile, avec certaines précautions, d'empêcher qu'ils ne se brisent ou se détériorent. Ils fournissent le meilleur guide pour la conduite du feu et de la machine, et ils sont d'autant plus utiles, que les soupapes à ressort des chaudières n'accusent qu'une pression limite, à moins que le mécanicien n'agisse avec la main sur l'écrou qui comprime le ressort, tandis que le manomètre ou le thermomanomètre indique à la simple vue toutes les pressions de la vapeur, qui varient, dans les locomotives, d'une manière rapide, et entre des limites fort éloignées.

Chaque locomotive devra porter un nom qui serve à la désigner, et qui sera gravé sur une plaque fixée d'une manière apparente à la chaudière. Cela n'exclut pas le numérotage que les compagnies peuvent adopter dans des vues d'ordre intérieur. Mais il est indispensable, pour la surveillance, que toute locomotive soit distinguée par une dénomination spéciale qui la fasse aisément reconnaître. Il conviendra aussi, afin que son identité puisse toujours être constatée, que les goupilles destinées à fixer la plaque sur la chaudière soient poinçonnées.

La nouvelle ordonnance a également modifié les formalités relatives à l'obtention des permissions pour l'établissement des machines ou chaudières à vapeur.

Dans les anciens règlements, ces formalités différaient suivant qu'il s'agissait de la haute ou de la basse pression.

Désormais les permissions, à quelque catégorie qu'appartienne une chaudière, seront délivrées par les préfets.

On procédera à une enquête *de commodo et incommodo*, qui sera de dix jours.

Le maire de la commune, le sous-préfet et l'ingénieur chargé de la surveillance seront consultés sur la demande, puis le préfet statuera.

S'il refuse la permission, le demandeur pourra se pourvoir au conseil d'État.

S'il juge, au contraire, que l'établissement peut être autorisé sans inconvénient, et si des oppositions sont formées contre son arrêté, les opposants pourront se pourvoir devant le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'État.

Quant aux réclamations qui seraient formées contre les conditions de sûreté imposées par le permis, le recours ne sera admissible que devant le ministère des travaux publics.

Le préfet pourra, sur le rapport de l'ingénieur, dispenser de l'exécution d'une partie des mesures de sûreté prescrites, lorsqu'en raison du mode de construction d'une machine à vapeur ou de sa destination, quelques-unes de ces mesures ne se trouveraient pas nécessaires.

De même, si une machine ou une chaudière paraissait présenter des dangers d'une nature particulière et tels cependant qu'il fût possible de les prévenir par d'autres moyens que ceux qui sont prescrits dans l'ordonnance, elle pourra être autorisée à certaines conditions spéciales.

Dans l'un et l'autre cas, il devra en être référé au ministère des travaux publics.

L'ordonnance rappelle (*art.* 74), qu'en cas de contraventions les permissionnaires pourraient encourir l'interdiction de leurs machines ou chaudières, sans préjudice des peines, dommages et intérêts qui seraient prononcés par les tribunaux. Elle rappelle aussi (*art.* 69), qu'aux termes des lois chaque propriétaire est responsable des accidents ou dommages qui résulteraient de la négligence ou de l'incapacité de ses agents.

Plus tard un système complet de dispositions répressives appropriées à cette matière pourra être établi par une loi spéciale.

Ce qui contribue surtout à prévenir les accidents, c'est une exacte et active surveillance. Cette partie importante du service continuera d'être exercée par les ingénieurs des mines, et à leur défaut par les ingénieurs des ponts-et-chaussées, conjointement avec les autorités chargées de la police locale.

D'après l'article 76 de l'ordonnance, les propriétaires d'établissements aujourd'hui autorisés, qui ont satisfait aux conditions prescrites par les anciennes ordonnances,

sont provisoirement dispensés des nouvelles conditions relatives à l'emplacement des chaudières à vapeur. C'est une tolérance qu'il était juste d'accorder, afin d'éviter les frais souvent considérables qu'auraient pu entraîner des changements de local. Si cependant ces établissements étaient reconnus dangereux, le préfet pourrait exiger la mise à exécution de tout ou partie de ces mesures dans un certain délai, dont le terme serait fixé suivant chaque cas sur le rapport de l'ingénieur, après avoir entendu le propriétaire.

En ce qui concerne les appareils de sûreté, il est facile de les adapter dès à présent à toutes les chaudières. Chaque propriétaire est tenu de se conformer, dans le délai d'un an, à tout ce qui est prescrit à cet égard par l'ordonnance, ainsi qu'aux conditions relatives aux chaudières qui seraient alimentées par des eaux corrosives, et dont il est question dans l'article 68.

Il m'a paru utile d'indiquer, dans une nouvelle instruction, les divers détails relatifs à l'exécution de l'ordonnance, et à la construction de quelques nouveaux appareils de sûreté maintenant exigés, et qui ne sont pas encore très-répandus dans l'industrie. Cette instruction est imprimée ci-après.

Une nouvelle instruction pratique sur les précautions les plus habituelles à observer dans l'emploi des machines et chaudières était également nécessaire. Elle est jointe, comme la précédente, à cette circulaire. Elle remplacera l'ancienne instruction du 19 mars 1824, et devra, aux termes de l'article 77 de l'ordonnance, être affichée à demeure dans l'enceinte des ateliers. Je vous en transmets un exemplaire en placard.

Je vous prie, Monsieur le Préfet, de ne rien négliger pour assurer l'exécution de la nouvelle ordonnance. Je n'ai pas besoin d'en recommander l'objet à votre sollicitude.

Je vous prie aussi de m'accuser réception de la présente, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, Monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Instruction du 23 juillet 1843, pour l'exécution de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, relative aux machines et chaudières à vapeur autres que celles qui sont placées sur des bateaux.

Machines et chaudières à vapeur.

L'ordonnance royale du 22 mai 1843 contient toutes les prescriptions réglementaires relatives à la fabrication, à la vente et à l'usage des chaudières et machines à vapeur qui sont placées ailleurs que sur des bateaux.

La présente instruction a pour objet de guider les fonctionnaires chargés d'appliquer cette ordonnance et d'en surveiller l'exécution, et aussi d'indiquer aux fabricants, aux propriétaires d'appareils à vapeur, et à toutes les personnes intéressées, les moyens de satisfaire aux mesures prescrites, d'une manière simple, sûre et aussi économique que possible.

§ Ier. — DES ÉPREUVES DES CHAUDIÈRES ET AUTRES PIÈCES DESTINÉES A CONTENIR DE LA VAPEUR.

Les chaudières à vapeur, leurs tubes bouilleurs, les réservoirs de vapeur, les cylindres en fonte des machines à vapeur, et les enveloppes en fonte de ces cylindres, ne peuvent être vendus et livrés sans avoir été soumis préalablement à une épreuve opérée à l'aide d'une pompe de pression.

Les épreuves doivent avoir lieu à la fabrique. Elles sont faites, sur la demande du fabricant, par l'ingénieur des mines du département, ou, à son défaut, par l'ingénieur des ponts-et-chaussées désigné à cet effet.

Le fabricant préviendra le préfet du département, et, pour plus de célérité, il pourra écrire en même temps à l'ingénieur des mines ou des ponts-et-chaussées chargé de la surveillance des appareils à vapeur. L'ingénieur, aussitôt qu'il aura été prévenu par le préfet ou par le fabricant, prendra jour et heure pour que l'épreuve ait lieu dans le plus court délai possible. A cet effet, le fabricant fera par avance remplir d'eau les pièces à éprouver, préparera les plaques de fermeture des pièces, telles que les cylindres, enveloppes de cylindres, etc., disposera la pompe de pression, s'assurera qu'elle fonctionne bien, qu'elle est capable de produire la pression nécessaire, et que les tuyaux de communication peuvent la

supporter ; enfin il sera convenable que l'épreuve ait été faite d'avance par le fabricant, afin que l'ingénieur trouve tout disposé pour procéder sans retard à l'épreuve légale.

Pour toutes les pièces assujetties aux épreuves, sauf les exceptions indiquées ci-après, la pression d'épreuve prescrite est triple de la pression effective de la vapeur.

Pour les chaudières et tubes bouilleurs en fonte, la pression d'épreuve est quintuple de la pression effective. (Article 16 de l'ordonnance.)

Les chaudières qui ont des faces planes sont dispensées de l'épreuve, sous la condition que la pression effective de la vapeur ne dépasse pas une demi-atmosphère. (Article 20.)

Les chaudières des machines locomobiles et locomotives qui seront construites suivant un système tubulaire peuvent être éprouvées sous une pression double de la pression effective. La pression double sera appliquée seulement aux chaudières tubulaires analogues à celles des machines locomotives ordinaires, c'est-à-dire qui seront traversées par un très-grand nombre de tubes d'un petit diamètre, dans lesquels circuleront la flamme et la fumée.

La pression effective de la vapeur est celle qui tend à rompre les parois des chaudières. Elle est donc égale à la force élastique ou à la tension totale de la vapeur, diminuée de la pression que l'air exerce extérieurement sur la chaudière ; elle est limitée par la charge des soupapes de sûreté, qui lui sert de mesure.

L'article 18 de l'ordonnance détermine l'épaisseur du métal que devront avoir les parties cylindriques remplies d'eau ou de vapeur des chaudières construites en tôle ou en cuivre laminé, en raison de leur diamètre et de la pression effective de la vapeur.

Ainsi, avant de faire subir à une chaudière la pression d'épreuve réclamée par le fabricant, l'ingénieur devra s'assurer que l'épaisseur du métal, pour chacune des parties cylindriques dont elle se compose, est au moins égale à celle qui est fixée par l'article 18 ; et, dans le cas où cette condition ne serait point remplie, il ne devra essayer et timbrer la chaudière que pour une tension de la vapeur égale à celle qui correspondra à l'épaisseur de ses parois et à son diamètre.

On mesure l'épaisseur de la tôle sur le bord des feuilles assemblées à recouvrement. On aura soin de mesurer

plusieurs feuilles, en divers points de la chaudière, en tenant compte, autant que possible, des effets du refoulement produit par le mattage, ainsi que de l'obliquité du plan suivant lequel sont coupées les feuilles de tôle. On peut aussi, quand il y a incertitude, mesurer l'épaisseur de la tôle sur les bords des tubulures des soupapes ou des orifices préparés pour recevoir les tuyaux qui sont ou seront adaptés à la chaudière.

Il est facile d'appliquer, dans chaque cas particulier, la table n° 1 annexée à l'ordonnance et la règle énoncée à la suite de cette table.

Soit, par exemple, une chaudière cylindrique à deux bouilleurs, dont le fabricant réclame l'épreuve pour une pression intérieure de 5 atmosphères. Si les diamètres du corps de la chaudière et de chacun des bouilleurs sont compris parmi ceux qui sont inscrits dans la première colonne à gauche de la table, on lira immédiatement, dans la 5ᵉ colonne de cette table, dont le titre est 5 atmosphères, les épaisseurs respectives les plus petites que devra avoir le métal de la chaudière et de chacun des bouilleurs pour que l'épreuve réclamée puisse être faite.

Si l'épaisseur du métal de la chaudière ou d'un bouilleur est inférieure à celle qui est inscrite dans la 5ᵉ colonne, sur la même ligne horizontale que le nombre indiquant, dans la 1ʳᵉ, le diamètre de cette chaudière ou de ce bouilleur, on calculera quel est le numéro le plus élevé du timbre qui puisse être appliqué à la chaudière, en procédant comme dans l'exemple suivant.

Soit le diamètre d'une chaudière égal à $0^{m},90$; l'épaisseur de la tôle devra être au moins égale à $9^{mill},48$ pour que cette chaudière puisse être éprouvée et timbrée pour 5 atmosphères. Si l'épaisseur réelle n'était que de $8^{mill},50$, la table indiquerait tout de suite que la pression la plus élevée de la vapeur doit être comprise entre celle de 4 atmosphères, pour laquelle le minimum de l'épaisseur est de $7^{mill},86$, et celle de 5 atmosphères. Le chiffre exact serait déterminé d'après la règle énoncée au bas de la table, ainsi qu'il suit :

e, désignant l'épaisseur de la chaudière en millimètres;

d, le diamètre int[illegible] la chaudière exprimé en mètres;

n, [illegible] exprimée en atmosphères,

ou le numéro du timbre ; la pression effective exprimée en atmosphères sera égale à $n - 1$.

La règle établit entre les trois nombres e, d, n, la relation exprimée par l'équation :

$$e = 1{,}8\, d\, (n - 1) + 3 \quad (a).$$

Dans l'exemple choisi, l'épaisseur $e = 8{,}50$; le diamètre $d = 0{,}90$; il s'agit de déterminer la tension, ou le numéro du timbre : la valeur de n fournie par l'équation (a) est

$$n = 1 + \frac{e - 3}{1{,}8\, d}.$$

$$e - 3 = 8{,}50 - 3 = 5{,}50$$

$$1{,}8d = 1{,}8 \times 0{,}90 = 1{,}62$$

$$\frac{e - 3}{1{,}8\, d} = \frac{5{,}50}{1{,}62} = 3{,}39$$

$$n = 1 + \frac{e - 3}{1{,}8\, d} = 4{,}39$$

Le numéro du timbre s'obtient donc en retranchant le nombre fixe 3 de l'épaisseur de la tôle, divisant la différence par le produit du diamètre de la chaudière et du nombre fixe 1, 8, et ajoutant une unité au quotient.

On trouve ainsi, dans l'exemple choisi, que le numéro du timbre ne peut pas dépasser 4,39 ; et, comme les timbres ne procèdent que par quarts d'atmosphère, la chaudière ne devrait être essayée et timbrée que pour 4 atmosphères 1/4. Un calcul analogue devrait être fait, au besoin, pour les bouilleurs, et le plus petit des deux résultats obtenus donnerait la pression intérieure de la vapeur, ou le numéro du timbre.

On détermine directement, par la règle énoncée à la suite de la table, ou, ce qui revient au même, par l'équation (a) les épaisseurs à donner aux parties cylindriques remplies d'eau ou de vapeur des chaudières en tôle ou en cuivre laminé, dont les diamètres ne se trouveraient pas dans la première colonne à gauche de la table.

L'épaisseur de la tôle ou du cuivre laminé ne doit, d'ailleurs, jamais dépasser 15 millimètres ; et, si une épaisseur plus forte était nécessaire, en raison du diamètre projeté d'une chaudière et de la tension de la vapeur, le fabricant devrait substituer à une chaudière unique plusieurs chaudières séparées, de diamètres plus petits

L'ordonnance n'assigne pas de règle pour l'épaisseur

des chaudières en fonte. La raison en est que cette épaisseur est généralement supérieure à celle qui serait strictement suffisante pour supporter, sans altération, la pression d'épreuve quintuple de la pression effective. Néanmoins, avant d'essayer et de timbrer une chaudière en fonte, l'ingénieur devra vérifier son épaisseur aussi exactement que possible; et, si cette épaisseur lui paraissait assez petite pour que le métal fût altéré par la pression d'épreuve, il devrait en référer au préfet, en lui faisant connaître la forme, les dimensions de la chaudière et la tension pour laquelle l'épreuve est réclamée, ainsi que l'origine et la qualité de la fonte; le préfet demanderait des instructions au ministre des travaux publics.

La résistance de la fonte à la rupture immédiate, sous un effort de traction, étant à peu près le tiers de la résistance à la rupture de la tôle ou du fer forgé, et la pression d'épreuve prescrite étant le quintuple au lieu du triple de la pression effective, on regardera comme suspecte toute chaudière en fonte de forme cylindrique dont l'épaisseur ne serait pas égale à cinq fois l'épaisseur prescrite pour les chaudières en tôle ou en cuivre laminé(1). Au reste, on ne fabrique plus guère aujourd'hui de chaudières en fonte; elles sont plus chères que les chaudières en tôle, à cause de la grande épaisseur qu'on est obligé de donner aux parois. Elles donnent lieu à une consommation plus grande de combustible, sont plus sujettes à rompre par des chocs ou des variations brusques de température, et offrent enfin moins de sûreté contre les explosions. Leur usage est interdit sur les bateaux à vapeur; si l'ordonnance du 22 mai 1843 ne les a pas prohibées, c'est qu'il existe encore quelques anciennes chaudières de cette espèce, qu'il n'est pas à craindre que leur usage se répande dans l'industrie, et enfin, qu'une surveillance constante et bien entendue a paru suffisante pour garantir la sûreté publique contre les chances d'explosion qui leur sont particulières.

---

(1) Un barreau de fonte, soumis à l'extension, rompt sous une charge de 13 à 14 kilogrammes par millimètre carré de la section transversale. La résistance absolue à la rupture par extension du fer en barre, ou de la tôle, est de 40 à 45 kilogrammes par millimètre carré. La fonte résiste beaucoup mieux à l'écrasement qu'à la rupture par extension.

L'ordonnance n'assigne pas non plus de limite d'épaisseur pour les parois planes des chaudières dans lesquelles la pression intérieure de la vapeur doit dépasser une atmosphère et demie, ou pour les conduits intérieurs de forme cylindrique qui servent à la circulation de la flamme, et qui sont pressés par la vapeur du dehors au dedans, ou sur leur convexité. Elle se borne à prescrire que les épaisseurs de la tôle soient augmentées, et que les conduits de forme cylindrique, ainsi que les parois planes, soient renforcés par des armatures suffisantes. C'est ainsi, par exemple, que les parois planes des boîtes à feu des chaudières de machines locomotives sont consolidées par de très-fortes armatures en fer. Le soin d'apprécier si les épaisseurs des parois et les armatures sont suffisantes dans chaque cas est laissé à l'ingénieur; il devra donc commencer par examiner la chaudière dans toutes ses parties, et ne procéder à l'épreuve que s'il juge qu'elle présente une solidité suffisante. Dans le cas contraire, il en référera au préfet, en lui adressant un rapport détaillé, accompagné d'un dessin de la chaudière et des armatures; le préfet demandera des instructions au ministre des travaux publics.

Pour les cylindres, les enveloppes de cylindres, les réservoirs de vapeur qui ne font pas partie de la chaudière, et, en général, pour toutes les pièces qui reçoivent la vapeur sans être exposées à l'action du foyer, et qui ne doivent pas être pourvues de soupapes de sûreté, la soupape d'épreuve est appliquée sur la pompe de pression. Cette soupape doit être bien construite, et satisfaire aux conditions prescrites par l'article 24 de l'ordonnance pour les soupapes de sûreté des chaudières à vapeur; ainsi la largeur de la surface annulaire par laquelle le disque de la soupape s'applique sur les bords de l'orifice qu'il ferme ne doit pas dépasser la trentième partie du diamètre de cet orifice, c'est-à-dire de la surface circulaire qui sera pressée par l'eau pendant l'épreuve; si, par exemple, l'orifice recouvert par la soupape a un diamètre de 3 centimètres, la largeur de la surface annulaire de recouvrement ou de contact ne devra pas dépasser un millimètre; pour un orifice dont le diamètre sera de 2 centimètres, cette largeur ne devra pas dépasser 2/3 de millimètre.

Le levier, par l'intermédiaire duquel la soupape est chargée, doit être ajusté et monté avec précision, ainsi

que l'axe autour duquel il tourne. La partie mobile de la soupape doit recouvrir l'orifice de la tubulure, à la manière d'un disque plan, et sans former bouchon, afin que l'eau puisse jaillir sur tout le pourtour de la soupape, pour peu que celle-ci soit soulevée. (Voir pour plus de détail, l'article du § III, relatif à la construction des soupapes de sûreté.) D'après l'article 15, on doit procéder aux épreuves des chaudières en chargeant leurs soupapes de sûreté des poids convenables. Lorsqu'une chaudière sera pourvue de deux soupapes, il conviendra de caler l'une d'elles pendant l'épreuve, de manière à ce qu'elle ne puisse pas se soulever, et de charger l'autre.

Il arrive quelquefois que les chaudières sont commandées par des fabricants de machines à vapeur qui se réservent d'y adapter eux-mêmes les soupapes de sûreté prescrites par les règlements. Si un fabricant réclame l'épreuve d'une chaudière qui n'est pas encore pourvue des soupapes de sûreté dont elle devra être munie, il y adaptera une soupape provisoire pour l'épreuve.

Il serait désirable que les chaudières composées de plusieurs parties distinctes, comme les chaudières à bouilleurs, fussent éprouvées toutes les parties étant assemblées; mais il n'y a pas lieu d'exiger que l'épreuve soit toujours faite de cette manière à la fabrique, parce que les chaudières qui doivent être placées dans des établissements éloignés sont généralement séparées en plusieurs parties, pour rendre leur transport plus facile, et ne sont montées et définitivement assemblées qu'après l'arrivée à destination.

Le fabricant pourra donc présenter à l'épreuve la chaudière en pièces séparées. Le corps de la chaudière sera alors éprouvé en chargeant une soupape adaptée à la chaudière même; pour les bouilleurs on se servira comme soupape d'épreuve de celle qui est adaptée à la pompe de pression. L'ingénieur expliquera, dans le procès-verbal qu'il adressera au préfet, comme il sera dit ci-après, si l'épreuve a été faite sur la chaudière entière ou séparément sur chacune de ses parties, et, dans le premier cas, si la chaudière doit être démontée de nouveau, après l'épreuve, pour être transportée.

Lorsque la soupape d'épreuve ne sera pas placée directement sur la pièce à éprouver, l'ingénieur s'assurera que les tuyaux qui mettent la pompe en communication

avec cette pièce sont libres d'obstructions. Il vérifiera, dans tous les cas, si la soupape est bien ajustée et satisfait aux conditions indiquées quant à la largeur de la surface de recouvrement; puis il calculera le poids dont elle devrait être chargée directement, pour faire équilibre à la plus grande pression effective de la vapeur. Il multipliera ce poids par le nombre qui exprime le rapport voulu par l'ordonnance, suivant les cas, entre la pression d'épreuve et la pression effective. Enfin il déterminera la quotité du poids dont le levier de la soupape doit être chargé, pour produire sur celle-ci la pression d'épreuve, en tenant compte du poids de la soupape et de la pression du levier lui-même, ainsi que cela est expliqué à l'article 1er du § III de la présente instruction.

Le poids déterminé pour chaque cas étant suspendu au levier de la soupape d'épreuve on foulera l'eau avec célérité, dans la pièce à éprouver, jusqu'à ce que la soupape se soulève. L'épreuve ne doit être regardée comme concluante et comme terminée, que lorsque l'eau jaillit en une nappe mince et à peu près continue sur le pourtour entier de l'orifice de la soupape; car, si celle-ci était mal ajustée, il pourrait s'échapper des filets d'eau sur quelques points du contour, bien avant que la limite de la pression d'épreuve eût été atteinte.

Pendant la durée de l'épreuve, l'ingénieur examine avec soin si la pièce éprouvée n'a pas de fuites, et si ses parois ne sont pas déformées par la pression. Quelques légers suintements entre les feuilles de tôle d'une chaudière ou même à travers les pores du métal d'une chaudière ou d'un cylindre, ne sont point un motif suffisant pour regarder la pièce éprouvée comme défectueuse. Ces suintements, qui se manifestent assez fréquemment, avant même que la pression intérieure ait atteint la limite fixée par la charge des soupapes, peuvent être arrêtés par quelques coups de marteau. Des fissures dans le métal, par lesquelles auraient lieu une fuite un peu forte, une déformation sensible qui ne disparaîtrait pas aussitôt que l'épreuve serait terminée, sont les signes auxquels on reconnaît une pièce défectueuse. C'est principalement aux déformations de la pièce éprouvée que l'on doit faire attention, dans l'épreuve des chaudières qui sont à parois planes, ou concaves extérieurement, ou qui contiennent des tuyaux cylindriques pour la circulation de la flamme.

Quand la pièce aura convenablement supporté l'épreuve, l'ingénieur fera frapper devant lui, d'un timbre portant l'empreinte fixée par l'administration, une plaque ou médaille de cuivre, sur laquelle sera gravé le nombre d'atmosphères mesurant la pression intérieure de la vapeur, et qui aura été fixée d'avance à la pièce éprouvée au moyen de vis en cuivre. L'empreinte sera apposée sur les têtes des vis arasées préalablement à fleur de la plaque. Elle s'étendra en partie sur le métal de cette plaque.

Il est possible qu'une chaudière qui aura bien résisté à la pression, présente cependant, en raison de sa forme et du mode de jonction de ses parties, des vices de construction qui pourraient devenir des causes de danger. A cet égard, une chaudière est surtout défectueuse :

1° Lorsqu'il n'est pas possible de la nettoyer complétement des sédiments vaseux ou incrustants que les eaux, même réputées les plus pures, abandonneront dans son intérieur en se vaporisant ;

2° Lorsque les communications existantes entre les bouilleurs, ou parties de la chaudière qui seront exposées le plus directement à l'action du feu, et l'espace occupé par la vapeur, sont trop étroites, ou disposées de manière que la vapeur formée dans l'intérieur des bouilleurs ne puisse pas s'en dégager facilement pour arriver dans le réservoir de vapeur ;

3° Lorsque les joints des tubulures qui mettent en communication les diverses parties de la chaudière ne présentent pas une solidité suffisante, ou lorsque cette solidité peut être détruite accidentellement.

Ainsi, par exemple, le mastic de fer dont on se sert quelquefois pour garnir les joints des tubulures de communication entre les bouilleurs et la chaudière, quoiqu'il puisse résister à la pression d'épreuve, ne doit pas être regardé comme établissant entre les deux pièces réunies une jonction suffisamment solide pour résister indéfiniment à la pression de la vapeur. Ce mastic a d'abord l'inconvénient d'attaquer le fer sur lequel il est appliqué ; c'est pourquoi on ne doit en faire usage que pour des tubulures épaisses en fonte de fer, et non pour des tubulures en tôle. Il est, en outre, cassant, et son adhérence, qui est fort énergique, peut être détruite accidentellement par le déplacement de la chaudière ou par un

choc. Il est donc indispensable, quand on s'en sert, que les pièces assemblées soient, en outre, réunies par des armatures en fer suffisamment fortes pour prévenir, à elles seules, la disjonction, dans le cas même où l'adhérence due au mastic serait entièrement détruite.

Malgré les vices de construction que l'ingénieur pourrait remarquer, il fera timbrer la chaudière qui aurait résisté à l'épreuve; mais il aura soin de signaler ces vices dans le procès-verbal d'épreuve dont il va être parlé.

Après avoir fait apposer l'empreinte du timbre, l'ingénieur dressera un procès-verbal dans lequel seront indiqués:

1° La date de l'épreuve;

2° Le lieu où elle a été faite;

3° Le nom et la résidence du fabricant des pièces éprouvées;

4° La nature, la forme et les dimensions de ces pièces; et, pour les chaudières, l'épaisseur du métal, en millimètre, et leur capacité totale, en mètres cubes;

5° La tension de la vapeur, en atmosphères, ou le nombre gravé sur la plaque timbrée;

6° Le diamètre de l'orifice de la soupape d'épreuve, en centimètres, le rapport des longueurs des bras du levier, et la charge (en kilogrammes) appliquée pour l'épreuve;

7° L'usage auquel l'appareil est destiné;

8° Le nom et le domicile de celui qui a commandé les pièces éprouvées;

9° La destination définitive de ces pièces, c'est-à-dire la situation de l'établissement où seront placées les chaudières et autres pièces éprouvées, et le nom du propriétaire de l'établissement;

10° Pour les chaudières qui seront formées de plusieurs parties réunies par des tubulures, le procès-verbal indiquera si l'épreuve a eu lieu sur la chaudière montée ou sur les parties séparées.

Il contiendra les observations de l'ingénieur sur les vices de forme, de construction, ou tous autres qu'il aurait remarqués dans les chaudières ou autres pièces éprouvées.

Le procès-verbal sera transmis, sans délai, au préfet du département dans lequel l'épreuve aura été faite.

Dans le cas où la destination de la chaudière ou des autres pièces éprouvées serait pour un département autre

que celui dans lequel l'épreuve a eu lieu, le préfet transmettrait immédiatement, à son collègue du département pour lequel les pièces sont destinées, une copie certifiée du procès-verbal d'épreuve.

Dans les départements où il existe des fabriques de chaudières et de machines, les procès-verbaux dont il est fait mention ci-dessus pourront être remplacés par un tableau à colonnes conforme au modèle (A) joint à la présente instruction; l'état des épreuves sera arrêté par l'ingénieur, à la fin de chaque mois, et transmis sans délai au préfet du département.

Le préfet extraira de ce tableau ce qui sera relatif aux pièces destinées à d'autres départements, et enverra les extraits certifiés par lui aux préfets de ces départements.

Il adressera, en outre, tous les mois, au ministre des travaux publics, une copie de l'état des épreuves qui auront été faites dans son département.

§ II. — DE L'INSTRUCTION DES DEMANDES. — DES AUTORISATIONS D'APPAREILS A VAPEUR.

Celui qui sera dans l'intention d'employer une chaudière fermée, ou tout autre appareil à vapeur, pour un usage quelconque, adressera au préfet du département une demande en autorisation, qui devra contenir toutes les indications mentionnées dans l'article 5 de l'ordonnance : un plan des localités et un dessin géométrique de la chaudière, avec échelle, devront y être annexés.

En cas d'omission de quelques-unes des indications nécessaires ou d'insuffisance des plans, le préfet en préviendra immédiatement le demandeur, et l'invitera à compléter sa pétition conformément à l'article 5 de l'ordonnance.

Dès que la demande régulière lui sera parvenue, le préfet la transmettra au sous-préfet de l'arrondissement; il l'invitera à faire procéder immédiatement par le maire de la commune aux informations *de commodo et incommodo*, et à lui renvoyer, avec ladite demande, le procès-verbal d'enquête, l'avis du maire et le sien, dans les délais prescrits par les articles 7 et 8.

Aussitôt après les avoir reçues, le préfet renverra toutes les pièces de l'affaire à l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, à l'ingénieur des ponts-et-chaussées; il y joindra

la copie certifiée des procès-verbaux des épreuves, si elles ont été faites dans un autre département. Il invitera l'ingénieur à se transporter sur les lieux où l'appareil doit être établi, et à lui adresser son avis sur la demande, dans le plus court délai possible.

L'ingénieur vérifiera si les pièces de l'appareil ont été soumises aux épreuves prescrites par l'ordonnance, et sont revêtues des timbres constatant que ces épreuves ont été faites; il devra renouveler l'épreuve de la chaudière et des autres pièces, dans les cas prévus par l'article 21. Il sera très-rarement utile d'éprouver de nouveau les cylindres, enveloppes de cylindres, et autres pièces en fonte ou en tôle qui doivent recevoir la vapeur formée dans les chaudières; mais on devra souvent renouveler l'épreuve des chaudières, notamment lorsqu'elles auront été éprouvées à la fabrique par parties séparées, ou que les parties, assemblées pour subir l'épreuve à la fabrique, auront été de nouveau disjointes pour faciliter le transport à l'établissement; le démontage et le remontage de la chaudière comportent, en effet, des modifications du genre de celles qui sont mentionnées à l'article 21. Si les pièces de la chaudière n'ont pas été séparées, mais si les joints mastiqués des tubulures ont souffert pendant le transport et ont besoin d'être réparés ou refaits, l'épreuve devra également être répétée.

Pour les chaudières qui auront déjà servi dans un autre établissement, l'épreuve sera renouvelée, 1° quand la date de la première épreuve constatée par les timbres sera incertaine, ou qu'elle remontera à plus de trois ans; 2° quand les chaudières auront été démontées, réparées ou modifiées d'une manière quelconque depuis la première épreuve. L'ingénieur, dans ce cas, vérifiera préalablement, avec beaucoup de soin, l'épaisseur du métal, surtout vers les points des parois qui ont été le plus exposés à l'action du feu ou à d'autres causes de détérioration; il fera détacher les écailles d'oxyde, et ne procédera à l'épreuve qu'après s'être assuré, autant qu'il est possible de le faire par une visite minutieuse, que la chaudière est susceptible d'un bon service.

Quant aux chaudières neuves qui auront déjà été essayées et timbrées, l'ingénieur examinera si elles n'ont pas de formes vicieuses, qui rendraient difficile l'enlèvement des dépôts de leur intérieur, ou qui ne permet-

traient pas à la vapeur produite dans les parties exposées à l'action du feu de se dégager facilement, pour arriver dans la partie supérieure formant réservoir de vapeur. Dans son rapport, il rendra compte au préfet des opérations auxquelles il s'est livré; il signalera les vices de construction qu'il aura constatés, et indiquera les moyens de les corriger; il fera connaître à laquelle des catégories établies par l'article 33 appartient la chaudière du demandeur, et quelle est l'étendue de la surface de chauffe en mètres carrés; il discutera les oppositions consignées dans le procès-verbal d'enquête, tant sous le rapport de la sûreté du voisinage que sous celui de l'incommodité que pourrait causer la fumée. Enfin, il terminera son travail par un projet d'arrêté, tendant à accorder ou à refuser l'autorisation demandée.

Le rejet de la demande peut être motivé sur l'impossibilité de satisfaire aux conditions de l'ordonnance, ou sur les dommages que l'établissement de l'appareil à vapeur causerait au voisinage, malgré les obligations particulières qui pourraient être imposées au demandeur.

Si l'ingénieur conclut à ce que l'autorisation soit accordée, il sera utile que le projet d'arrêté contienne, outre les indications dont il est fait mention à l'article 10, les principales dispositions de l'ordonnance rendues applicables au cas particulier dont il s'agit, afin que le demandeur soit parfaitement éclairé par la teneur seule de l'arrêté sur les conditions auxquelles il devra satisfaire.

Un modèle d'arrêté (B) est annexé à la présente instruction.

§ III. — DES APPAREILS DE SURETÉ DONT LES CHAUDIÈRES DOIVENT ÊTRE POURVUES.

1° *Des soupapes de sûreté.*

Les diamètres des orifices des soupapes de sûreté sont réglés en raison de la surface de chauffe de chaque chaudière et du numéro du timbre, par la table n° 2 annexée à l'ordonnance, et la règle énoncée à la suite de cette table.

Cette règle est exprimée par l'équation suivante, dans laquelle *d* désigne le diamètre d'une soupape en centimètres; *s* la surface de chauffe de la chaudière, y compris les parties des parois comprises dans les carneaux ou con-

duits de la flamme et de la fumée, exprimée en mètres carrés; n le numéro du timbre exprimant en atmosphères la tension de la vapeur.

$$d = 2,6\sqrt{\frac{s}{n - 0,412}}.$$

L'expérience a fait voir qu'une seule soupape dont l'orifice avait un diamètre déterminé par la formule empirique précédente suffisait pour débiter toute la vapeur qui pourrait se former dans la chaudière, à la tension de 8 atmosphères, sous l'influence du feu le plus actif. Ainsi, quand une chaudière sera munie de deux soupapes ayant les dimensions prescrites et fonctionnant bien, on n'aura point à craindre que la tension de la vapeur dépasse la limite assignée, sauf peut-être le cas où l'eau, par suite d'un défaut d'alimentation, viendrait à atteindre des parois rouges.

Une soupape de sûreté bien construite et ajustée fonctionne avec un grand degré de précision, et elle est très-peu susceptible de se déranger. Au contraire, une soupape mal construite se dérange souvent, laisse fuir la vapeur avant de s'ouvrir, et se soulève sous des pressions qui varient entre des limites assez éloignées; elle manque complétement de précision. Un des vices de construction les plus graves des soupapes de sûreté consiste en ce que la surface annulaire de contact entre le disque mobile de la soupape et le dessus du collet ou de la tubulure fermée par ce disque a une étendue beaucoup trop grande, comparativement à la surface circulaire exposée à l'action directe de la vapeur. On comprend qu'alors les deux surfaces qui devraient se toucher ne s'appliquent pas exactement l'une sur l'autre, ce qui apporte de l'incertitude dans la mesure de la surface réellement pressée par la vapeur. Les phénomènes d'adhérence entre les deux surfaces polies et rôdées donnent lieu à une autre cause d'incertitude; enfin, des corps étrangers peuvent se loger entre les surfaces de contact, et le poli qu'elles ont reçu d'abord s'altère d'autant plus facilement qu'elles sont plus grandes. C'est pour éviter ces inconvénients que l'article 24 de l'ordonnance assigne des limites à la largeur de la surface annulaire de recouvrement.

Les plus grandes largeurs que l'on pourra donner à ces surfaces sont les suivantes :

DIAMÈTRES des orifices ou des surfaces exposées directement à l'action de la vapeur.	LARGEURS CORRESPONDANTES que les surfaces de recouvrement ne devront pas dépasser.
millimètres.	millimètres.
20	0,67
25	0,83
30	1,00
35	1,17
40	1,32
45	1,50
50	1,67
55	1,83
60 et au-dessus.	2,00

La réduction de largeur des surfaces annulaires de recouvrement exigera que les disques mobiles et les leviers des soupapes soient guidés et ajustés avec précision. La note (C) qui se trouve à la suite de cette instruction contient des détails étendus à ce sujet.

Chaque soupape doit être chargée d'un poids unique, agissant soit directement, soit par l'intermédiaire d'un levier (art. 23); la quotité du poids et la longueur du levier doivent être réglées de manière à ce que, le poids étant placé à l'extrémité du levier, la soupape soit chargée de $1^k,033$ par centimètre carré de surface de l'orifice et par atmosphère de pression effective. On déterminera la quotité du poids, en procédant comme dans l'exemple suivant :

Supposant qu'une soupape dont l'orifice a 5 centimètres de diamètre doive être chargée pour une tension de la vapeur de 4 atmosphères, ou une pression effective de 3 atmosphères, on calculera d'abord la pression totale qui doit avoir lieu sur la soupape, ainsi qu'il suit :

On prendra le carré du diamètre de l'orifice de la soupape.

$$5 \times 5 = 25.$$

La surface de l'orifice est donc de 25 centimètres circulaires.

La pression d'une atmosphère, qui est de $1^k,033$ sur

un centimètre carré, est de $1^k,033 \times 0,7854 = 0^k,811$ sur un centimètre circulaire.

La pression de 3 atmosphères sur la surface de la soupape est donc mesurée par le produit de 25 par 0,811 et par 3.

$$25 \times 0,811 \times 3 = 60^k,75.$$

La charge directe doit être de $60^k,75$.

On pèsera la soupape : soit son poids égal à 1 kilogramme.

On déterminera ensuite la pression que le levier exerce sur la soupape ; pour cela, on soulèvera ce levier avec le crochet d'une romaine ou d'un peson à ressort, en le saisissant par le point qui s'appuie sur la tige de la soupape ; si l'on trouve que la pression exercée par le levier et qui sera accusée par le peson ou romaine, soit de 3 kilogrammes, on aura $3 + 1 = 4$ pour la partie de la charge due à la soupape et au levier. On retranchera cette somme de la charge totale calculée précédemment.

$$60^k,75 - 4 = 56^k,75.$$

L'on aura $56^k,75$ pour la partie de la charge directe que le poids doit exercer.

On mesurera avec soin les distances respectives de l'axe du levier, 1° au point par lequel le levier s'appuie sur la tige de la soupape ; 2° à l'extrémité du levier où le poids sera placé. On prendra le rapport de la seconde distance à la première ; on divisera la charge directe que le poids doit exercer par ce rapport : le quotient exprimera la quotité du poids qui devra être suspendu à l'extrémité du levier. Ainsi, si, dans l'exemple choisi, le rapport des bras du levier est celui de 10 à 1, on aura, pour la quotité du poids :

$$\frac{56^k,75}{10} = 5^k,675.$$

Le nombre exprimant en kilogrammes la quotité du poids ainsi déterminé sera, après vérification, gravé sur le poids, et le timbre appliqué à côté de ce nombre. De même, la longueur totale du levier, en décimètres et fractions de décimètre, sera gravée sur ce levier, et le timbre appliqué à côté de ce nombre. Les agents chargés de la surveillance des machines à vapeur n'auront ensuite qu'à vérifier une longueur et la quotité d'un poids

qui seront connues par les inscriptions, pour s'assurer que les soupapes sont convenablement chargées.

Les soupapes des chaudières de machines locomotives sont pressées par des ressorts dont le mécanicien peut à volonté augmenter ou diminuer la tension; une échelle divisée indique les charges ou tensions correspondantes aux diverses longueurs du ressort; les manomètres ou thermomanomètres, dont ces chaudières seront pourvues, offriront aux ingénieurs un moyen facile de vérifier l'exactitude de la graduation.

2° *Du manomètre.*

L'expérience a fait voir que les manomètres à air comprimé sont tellement sujets à se détériorer, que la plupart des appareils de ce genre adaptés aux chaudières de machines à vapeur ne donnent plus, au bout de fort peu de temps, des indications exactes. C'est pourquoi l'ordonnance a prescrit l'usage de manomètres à air libre pour toutes les chaudières timbrées à cinq atmosphères et au-dessous. La prescription n'a pas été généralisée, parce qu'on a craint qu'en raison de leur longueur les manomètres à air libre, susceptibles d'accuser des pressions supérieures à cinq atmosphères, ne pussent pas toujours être placés dans le local des chaudières. Lorsqu'il n'y aura aucune difficulté de ce côté, l'ingénieur devra toujours conseiller l'usage du manomètre à air libre, quelle que soit la tension de la vapeur; et le préfet pourra même le prescrire, sur le rapport de l'ingénieur, en vertu de la faculté que lui laisse l'article 67 de l'ordonnance, quand il le jugera utile à la sûreté publique.

On trouvera, dans la note (D), la description d'un manomètre à air libre, à cuvette et à tube de verre, que la commission centrale des machines à vapeur a fait exécuter; cet appareil a l'avantage d'être d'une construction simple, d'une vérification facile, de fournir des indications exactes, et paraît peu susceptible de se déranger.

L'ordonnance permet de remplacer, pour les chaudières de machines locomobiles et locomotives, le manomètre à air libre par un manomètre fermé ou un thermomanomètre.

La cause principale qui met hors de service, en très-peu de temps, les manomètres fermés, consiste en ce que

l'oxygène de l'air confiné dans la partie supérieure du tube est absorbé par le mercure ; il en résulte d'abord que la graduation de l'instrument est faussée, et ensuite que les pellicules de mercure oxydé s'attachent à la paroi du tube en verre qu'elles salissent au point qu'on n'aperçoit plus l'extrémité de la colonne mercurielle.

Il est facile de construire des manomètres fermés qui soient exempts de ces inconvénients. Il suffit, pour cela, d'introduire dans la chambre manométrique de l'air que l'on aura privé de son oxygène, en le faisant passer dans un tube en verre à travers de la tournure de cuivre métallique chauffée au rouge. Tous les fabricants d'instruments de physique sont à même d'exécuter cette opération.

Il est inutile d'ajouter qu'on doit employer du mercure pur, et éviter l'emploi des mastics gras.

Le thermomanomètre est un thermomètre à mercure construit de manière à accuser des températures qui vont jusqu'à 200 degrés centigrades environ, et dont la tige est divisée en atmosphères et fractions décimales d'atmosphère, d'après les relations connues entre les tensions de la vapeur d'eau à son maximum de densité et les températures correspondantes. (Voir la table annexée à la note D.) La boule du thermomanomètre ne doit pas être plongée dans la vapeur de la chaudière, attendu que la pression fausserait les indications thermométriques. Elle est enfermée dans un tube de métal, fermé par le bas et rentrant dans la chaudière, aux parois de laquelle il est fixé par une bride, au moyen de vis et d'écrous, et on remplit l'espace restant entre la boule et les parois du tube métallique avec de la limaille de cuivre, ou tout autre corps bon conducteur du calorique.

Les ingénieurs pourront vérifier la graduation des manomètres à air comprimé et des thermomanomètres par comparaison, soit avec des thermomètres étalons dont la graduation aurait été vérifiée, soit avec des manomètres à air libre adaptés à des chaudières ordinaires, soit enfin avec une soupape très-bien ajustée et chargée par l'intermédiaire d'un levier s'appuyant sur un couteau. (Voir la note C.)

On pourrait encore, pour les thermomanomètres, vérifier deux divisions de l'échelle correspondantes à des températures fixes, telles que celles des points d'ébullition, à l'air libre, de l'eau pure, et de l'essence de térébenthine pure et rectifiée ; cette essence bout à 157 degrés

du thermomètre centigrade. Pour ces vérifications, on fera bouillir le liquide dans un matras ou autre vase à long col, qui ne sera rempli qu'en partie : on tiendra le thermomanomètre plongé dans la vapeur qui occupera la partie supérieure et le col du vase, la boule étant en dehors du liquide en ébullition, et à une petite distance de sa surface.

3° *Des indicateurs du niveau de l'eau et du flotteur d'alarme.*

La construction et la disposition des tubes indicateurs en verre, des robinets indicateurs et des flotteurs ordinaires sont assez généralement connues pour qu'il soit inutile de les décrire ici. Il suffira de dire que les tubulures qui portent les tubes indicateurs en verre doivent être munies de robinets qui permettent de nettoyer ces tubes, et de prévenir l'écoulement de la vapeur et de l'eau, en cas de rupture accidentelle du tube. Une chaudière devra être pourvue de l'un des appareils énumérés ci-dessus, et, en outre, d'un flotteur d'alarme destiné à avertir, par un bruit aigu, un chauffeur qui aurait négligé d'entretenir la chaudière convenablement remplie d'eau.

On a construit des flotteurs d'alarme de formes très-diverses. Tous consistent en un flotteur qui fait ouvrir, au moment où la surface de l'eau s'abaisse dans la chaudière jusqu'au niveau des carneaux, un petit orifice par lequel la vapeur jaillit sur les bords d'un timbre ou d'une lame métallique vibrante dont le bruit très-aigu ne peut manquer d'être entendu par le chauffeur et les ouvriers occupés dans le voisinage.

Les ingénieurs peuvent admettre tout instrument de ce genre, dont l'effet sera certain. La note (E) renferme, comme exemple, la description d'un flotteur à sifflet exécuté par les soins de la commission centrale des machines à vapeur, et qui peut être employé, quelle que soit la tension de la vapeur.

Pour les chaudières dans lesquelles la pression effective de la vapeur ne dépasserait pas une demi-atmosphère, on pourrait se dispenser de l'emploi d'un flotteur et placer simplement le sifflet d'alarme sur l'orifice supérieur d'un tuyau vertical de 4 à 5 centimètres de diamètre intérieur ouvert par le bas qui traverserait le dôme de la chaudière, et s'enfoncerait jusqu'au niveau au-dessous duquel la surface de l'eau ne devrait pas descendre. Sa longueur

serait suffisante pour que la colonne d'eau, élevée dans son intérieur et comptée à partir du plan d'eau, fût égale à la pression effective que la vapeur ne devrait pas dépasser.

4° Des appareils alimentaires.

Les chaudières de machines à vapeur sont habituellement alimentées par des pompes mues par la machine; les unes sont à jeu continu, les autres à jeu intermittent. Lors même que le jeu est continu, l'alimentation ne peut être assurée qu'autant que la pompe est capable de fournir un volume d'eau plus grand que celui qui est dépensé en vapeur par la chaudière; il faut donc que l'étendue de la course du piston de la pompe alimentaire soit variable à la volonté du mécanicien, ou que l'eau foulée par la pompe se divise en deux parties, dont l'une est admise dans la chaudière et l'autre retourne à la bâche. La quantité d'eau admise dans la chaudière est réglée par des mécanismes mis en jeu au moyen de flotteurs, ou par un robinet qui est à la disposition du chauffeur. Ce dernier moyen, combiné avec de bons indicateurs du niveau de l'eau, est peut-être le meilleur de tous; en tout cas, il est suffisant pourvu que le chauffeur donne à la conduite de la chaudière l'attention convenable.

Lorsque le jeu de la pompe alimentaire est intermittent, le chauffeur ou mécanicien peut, à volonté, l'empêcher de fonctionner, soit en décrochant la tige du piston, soit en relevant le clapet d'aspiration, ou en fermant un robinet adapté au tuyau d'aspiration. Il ne doit pas négliger de faire jouer la pompe dès le moment où le niveau de l'eau, dans la chaudière, est descendu à la hauteur de la ligne d'eau tracée à l'extérieur, conformément à l'art. 29. Il peut d'ailleurs profiter, pour alimenter, des instants où la tension de la vapeur accusée par le manomètre est un peu plus élevée qu'à l'ordinaire.

L'alimentation continue est préférable, sous le rapport de la sécurité; le tuyau de décharge d'une pompe à jeu continu peut même être disposé de manière à faire apercevoir les dérangements qui seraient survenus à cette pompe.

Dans les machines locomotives, l'alimentation des chaudières est toujours intermittente. Des robinets d'épreuve, adaptés aux tuyaux alimentaires, permettent

aux mécaniciens de vérifier si les pompes ne sont pas dérangées et foulent de l'eau dans les chaudières.

Les chaudières à vapeur destinées au chauffage des habitations ou à d'autres usages, et qui ne sont pas jointes à des machines, sont alimentées par des retours d'eau ou des appareils appropriés à la nature des opérations que l'on exécute à l'aide de la vapeur. L'ingénieur devra, dans chaque cas, examiner la construction de ces appareils, en étudier le jeu et vérifier s'ils sont d'un effet certain. S'ils lui paraissaient vicieux, il indiquerait les améliorations qui devraient y être apportées.

§ IV. DE L'EMPLACEMENT DES CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Les dangers et les dommages qui peuvent résulter de la rupture ou de l'explosion d'une chaudière à vapeur sont d'autant plus graves que la masse d'eau échauffée et la pression de la vapeur sont plus grandes. L'ordonnance a, en conséquence, réparti les chaudières en quatre catégories pour lesquelles les conditions d'emplacement prescrites sont différentes.

Les grandes chaudières de la première catégorie devront être placées en dehors de toute maison d'habitation et de tout atelier, sauf l'exception mentionnée dans l'article 35. Les maisons d'habitation, la voie publique, situées dans les limites des distances prévues par l'article 36, seront protégées par des murs de défense; la toiture du local contenant la chaudière sera en matériaux légers, et n'aura aucune liaison avec les toits des ateliers et autres bâtiments contigus.

MM. Les préfets doivent tenir la main à ce que les conditions d'isolement du local des chaudières de la première catégorie, de toute maison d'habitation et de tout atelier, ne soient point éludées. Ainsi l'isolement des ateliers ne serait qu'apparent si le local de la chaudière était contigu aux ateliers, et n'en était séparé que par des murs mitoyens légers, ou des murs solides mais percés de larges ouvertures. Quand cette contiguïté existera, le mur mitoyen devra être très-solide et entièrement plein, sauf les ouvertures qui seraient indispensables pour le passage des tuyaux de vapeur ou des arbres de transmission de mouvement, dans le cas où les machines à vapeur seraient établies dans le même local que les chaudières.

Les chaudières de la première catégorie pourront être placées, par exception, dans l'intérieur des ateliers (article 35), quand on voudra employer à leur chauffage une chaleur qui autrement serait perdue. Dans ce cas, les conditions prescrites par l'article 36, à l'égard des tiers et de la voie publique, seront toujours exigibles, et l'autorisation devra être portée à la connaissance du ministre des travaux publics.

Les chaudières de la deuxième catégorie pourront être placées dans l'intérieur d'un atelier qui ne fera pas partie d'une maison d'habitation ou d'une fabrique à plusieurs étages. Les murs de défense seront exigés vis-à-vis des maisons d'habitation et de la voie publique situées dans les limites de distances fixées par l'article 39.

Les chaudières de la troisième catégorie pourront aussi être placées dans l'intérieur d'un atelier qui ne fera pas partie d'une maison d'habitation ; les murs de défense vis-à-vis des maisons d'habitation et de la voie publique ne seront point exigés.

Enfin, les chaudières de la quatrième catégorie ne seront soumises à aucune autre condition de local que celle d'être séparées par un intervalle de $0^m,50$ des murs mitoyens avec les maisons d'habitation voisines (art. 44). Elles pourront, d'ailleurs, être établies même dans un atelier qui ferait partie d'une maison d'habitation, et sans murs de défense.

La liberté très-étendue laissée aux propriétaires de chaudières à vapeur de la troisième et de la quatrième catégorie rendent indispensable d'écarter de ces chaudières tous les objets ou matériaux d'un poids un peu considérable, qui pourraient aggraver les dommages résultant d'une explosion. Il est pourvu à cette nécessité par l'article 45.

L'article 41 laisse à MM. les préfets la faculté de déterminer la situation et les dimensions, en hauteur et en longueur, des murs de défense exigés par les articles 36, 39 et 40, pour les chaudières de la première et de la deuxième catégorie, ainsi que la distance de ces chaudières aux maisons d'habitation voisines et à la voie publique, et même la direction de leur axe. Ces divers points devront être traités avec soin dans le rapport de l'ingénieur. Il examinera si la position des chaudières indiquée par le propriétaire est celle qui, eu égard au local dont on dis-

pose, offre le moins d'inconvénients pour le voisinage. Il déterminera la hauteur et la longueur des murs de défense, de manière à ce que, en cas d'explosion, les débris de la chaudière rompue ne puissent atteindre les habitations voisines ou les personnes qui se trouveraient sur la voie publique. Enfin, l'axe de la chaudière devra être, autant que possible, disposé parallèlement aux murs des habitations ou à la voie publique, parce que, en cas d'explosion, c'est ordinairement dans la direction de l'axe de la chaudière que les fragments sont lancés avec le plus de violence par l'action de la vapeur. L'ingénieur indiquera, sur le plan fourni par le demandeur, la situation de la chaudière et des murs de défense qu'il proposera au préfet d'exiger. Toutes les conditions définitivement prescrites par le préfet seront énoncées d'une manière détaillée dans l'arrêté d'autorisation.

§ V. — DES MACHINES EMPLOYÉES DANS LES MINES. — DES MACHINES LOCOMOBILES ET LOCOMOTIVES.

L'établissement des chaudières dans l'intérieur des mines ne devra être autorisé que sous des conditions tout à fait particulières et appropriées à chaque localité, de manière à ce que l'échappement de la fumée ainsi que l'aérage de la mine soient parfaitement assurés, et qu'il n'y ait aucun danger d'incendie.

Les machines locomobiles et locomotives sont assujetties à des dispositions particulières, qui sont assez détaillées dans le titre IV de l'ordonnance pour que toute autre explication soit superflue.

§ VI. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Les prescriptions de l'ordonnance sont applicables à presque toutes les chaudières à vapeur. Cependant il y en a quelques-unes qui, en raison de l'usage particulier auquel elles sont destinées, ou même de leurs dimensions et de leur forme, peuvent être dispensées, sans inconvénient, d'une partie des mesures prescrites par l'ordonnance, soit purement et simplement, soit en les assujettissant à des conditions spéciales.

On peut citer, comme exemple, les chaudières qui sont employées dans beaucoup de buanderies des environs de Paris, pour le lessivage du linge. Ces chaudières, qui

ci, il fera son rapport au préfet, qui ordonnera l'épreuve, s'il y a lieu (article 64).

Les épreuves des chaudières en fonte de fer devront être renouvelées au moins une fois chaque année.

Les ingénieurs et les agents placés sous leurs ordres veilleront à ce que l'instruction pratique, en date du 22 juillet 1843, soit affichée dans le local des chaudières; ils s'assureront si les chauffeurs la comprennent, et s'ils se sont rendus familiers avec les précautions qui y sont recommandées.

Ils vérifieront si les chefs d'établissements ont à leur disposition les pièces de rechange exigées par l'article 69, c'est-à-dire des tubes de rechange et une petite quantité de mercure pour les manomètres à air libre et à tube en verre, des tubes en verre pour les indicateurs du niveau de l'eau, enfin des manomètres fermés ou des thermo-manomètres, quand il sera fait usage de ces derniers instruments.

Paris, le 23 juillet 1843.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

J.-B. TESTE.

DÉPARTEMENT D

MOIS D

SERVICE DES MACHINES A VAPEUR.

État des épreuves de chaudières à vapeur, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes de cylindre, qui ont été faites à l'aide de la pompe de pression dans le département.

Numéro de l'épreuve.	Date de l'épreuve.	Indication du lieu où l'épreuve a été faite.	Noms et résidence du fabricant des chaudières et des autres pièces éprouvées.	Désignation des chaudières et des autres pièces éprouvées.	DIMENSIONS des chaudières et des autres pièces éprouvées.				Numéros des timbres.	SOUPAPES D'ÉPREUVE.				Charge pour l'épreuve. (3)	Usage de l'appareil.	Nom et domicile de celui qui a commandé la chaudière et les autres pièces éprouvées.	DÉSIGNATION du propriétaire et de la situation de l'établissement où seront placées les chaudières et les autres pièces éprouvées.			OBSERVATIONS (4).
					Longueur.	Diamètre.	Épaisseur.	Capacité totale des chaudières.		Pompe d'épreuve P. Chaudière Ch. (1).	Diamètre des orifices.	Largeur de la zone de contact. (2)	Rapport entre les bras du levier.				Nom du propriétaire.	Situation de l'établissement: dans le département.	Situation de l'établissement: dans les autres départements, ou à l'étranger.	

(1) On écrira dans cette colonne la lettre P, pour indiquer que la soupape d'épreuve était adaptée à la pompe de pression, et les lettres Ch., pour indiquer que la soupape d'épreuve était adaptée à la chaudière éprouvée.

(2) On entend par zone de contact la surface annulaire par laquelle le disque de la soupape s'applique sur le collet de la tubulure. Cette largeur ne doit, dans aucun cas, excéder 1/30 du diamètre de l'orifice, et, pour les soupapes les plus grandes, elle ne doit pas excéder $0^m,002$.

(3) On inscrira dans cette colonne la quotité du poids qui a été suspendu au levier de la soupape, lors de l'épreuve.

(4) On consignera dans cette colonne, s'il y a lieu, les observations relatives aux vices de forme ou de construction des chaudières que l'on aurait remarqués; lorsque la chaudière aura été éprouvée avec ses bouilleurs, on dira si elle doit être de nouveau démontée pour le transport à destination. On fera connaître si l'épreuve porte sur une pièce neuve, ou sur une pièce ancienne et qui aurait été réparée, etc.

(B) — MODÈLE D'ARRÊTÉ D'AUTORISATION (1).

NOUS, PRÉFET DU DÉPARTEMENT D

Vu la demande du sieur , tendant à obtenir l'autorisation de faire usage de chaudière à vapeur et de machine à vapeur, dans sa fabrique de sise à commune de

Vu les plans annexés à la demande;

Vu l'ordonnance royale du 22 mai 1843 et les instructions ministérielles des 22 et 23 juillet même année;

Vu le procès-verbal d'enquête *de commodo et incommodo*, ouvert le et clos le

Vu l'avis du maire de la commune de

L'avis du sous-préfet de l'arrondissement d

L'avis de l'ingénieur

ARRÊTONS ce qui suit :

Art. 1. Le sieur est autorisé, sous les conditions ci-après, à faire usage dans sa fabrique de sise à commune de

1° d chaudière à vapeur de forme et d'une capacité de mètres cubes.

2° d machine à vapeur dont la puissance est de cheva pour servir à lesquelles chaudière et machine ont été éprouvées et timbrées pour une pression de atmosphères

Art. 2. La (ou chaque) chaudière sera pourvue des appareils de sûreté suivants :

1° Deux soupapes de sûreté placées une vers chaque extrémité de la chaudière. Chacune des soupapes aura au moins un diamètre de millimètres, correspondant à une surface de chauffe de mètres carrés et au timbre de la chaudière; elle sera chargée directement, ou par l'intermédiaire d'un levier, d'un poids unique équivalent à kilogrammes de charge directe par centimètre carré de l'orifice. La largeur de

(1) Ce modèle s'applique au cas le plus ordinaire, celui où la demande comprend à la fois une ou plusieurs chaudières et une ou plusieurs machines à vapeur.

la surface annulaire de recouvrement ne dépassera pas millimètres.

Le poids et le levier seront vérifiés et poinçonnés à la diligence de l'ingénieur.

La quotité du poids, en kilogrammes, et la longueur totale du levier, en décimètres, seront gravées sur ces pièces avant l'application de l'empreinte du poinçon.

2° D'un manomètre à air libre placé en vue du chauffeur, gradué en atmosphères et dixièmes d'atmosphère, et qui recevra la vapeur par un tuyau adapté à la chaudière même. Une ligne très-apparente sera tracée sur l'échelle en face de la division correspondante à atmosphères, que l'index ou le niveau du mercure ne devra pas dépasser;

3° D'un flotteur ordinaire d'une mobilité suffisante, ou d'un autre appareil propre à faire connaître, à chaque instant, le niveau de l'eau dans la chaudière, et placé en vue du chauffeur;

4° D'un flotteur d'alarme, disposé de manière à faire entendre un bruit aigu produit par l'échappement de la vapeur, dans le cas où le niveau de l'eau viendrait à s'abaisser dans la chaudière à 5 centimètres au-dessous de la ligne d'eau tracée sur le parement du fourneau, comme il sera dit ci-après.

Art. 3. Une ligne indiquant le niveau habituel de l'eau dans la chaudière sera tracée sur le parement extérieur du fourneau. Cette ligne sera d'un décimètre au moins au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux, tubes ou conduits de la flamme et de la fumée.

La (ou chaque) chaudière sera alimentée par une pompe mue par la machine, ou par tout autre appareil reconnu propre à remplir ce but par l'ingénieur.

Art. 4. L chaudière ser placée dans le local désigné au plan fourni par le demandeur, dont une copie sera annexée à la minute du présent arrêté.

(Suivent ici les conditions relatives au local des chaudières et aux murs de défense, qui dépendent de la catégorie à laquelle appartiennent les chaudières, et de leur distance aux habitations et à la voie publique, conformément aux articles 33 à 45 de l'ordonnance, et au § IV de l'instruction du 23 juillet 1843.)

Art. 5. Le combustible dont on fera usage sera

Art. 6. Le permissionnaire sera tenu, 1° de laisser vi-

siter ses appareils par l'ingénieur, les gardes-mines et tous autres agents chargés de la surveillance des appareils à vapeur, toutes les fois qu'ils se présenteront;

2° De nous donner avis de toutes les modifications et réparations qui seraient faites aux chaudières à vapeur, avant de les faire fonctionner de nouveau;

3° En cas d'explosion ou d'accident, de nous en informer sur-le-champ, et de ne faire aucune réparation aux bâtiments, de ne déplacer ni dénaturer, avant la visite de l'ingénieur chargé de dresser le procès-verbal, aucun fragment des pièces rompues, sauf ce qui serait indispensable pour secourir les blessés et prévenir de nouveaux accidents;

4° De fournir la main-d'œuvre et les appareils nécessaires aux nouvelles épreuves qui seraient ordonnées par nous;

5° De se conformer à toutes les autres dispositions de l'ordonnance du 22 mai 1843;

6° D'adapter aux chaudières et machines les appareils de sûreté qui seraient prescrits ultérieurement par des règlements d'administration publique.

Art. 7. L'instruction ministérielle du 22 juillet 1843, sur les mesures de précaution habituelles à observer dans l'emploi des chaudières à vapeur établies à demeure, sera affichée dans le local de la chaudière.

Art. 8. En cas de contravention aux dispositions du présent arrêté, le sieur et le mécanicien employé par lui seront poursuivis conformément aux lois, et l'autorisation pourra être, en outre, révoquée ou suspendue.

Art. 9. Expédition du présent arrêté sera expédiée à M. le maire de la commune d chargé de le notifier au permissionnaire, et de le faire afficher à la mairie pendant un mois. Copie en sera déposée aux archives de la commune, pour être communiquée à toute partie intéressée qui en fera la demande. Ampliation en sera adressée à l'ingénieur chargé d'en surveiller l'exécution.

Fait à le 18 .

(C) — SUR LA CONSTRUCTION DES SOUPAPES DE SURETÉ.

Les figures 4, 5 et 6 de la planche ci-annexée, représentent le plan, la coupe verticale et l'élévation d'une soupape de sûreté.

Le disque mobile A et la tubulure B, sur laquelle il s'applique, sont en bronze; le prolongement de la tubulure C, qui s'adapte à la chaudière, est en fonte; le levier LL' et les autres pièces sont en fer forgé; le disque A est ordinairement guidé soit par une lanterne venue à la fonte en dessous de ce disque, et qui pénètre dans la tubulure, soit par trois ou quatre ailettes dont les plans se croisent suivant l'axe perpendiculaire au plan du disque, et dont les bords touchent le contour cylindrique intérieur de la tubulure.

Les ailettes sont préférables à la lanterne, parce que celle-ci obstrue en partie le passage de la vapeur, et qu'elle paraît plus sujette à s'engager dans la tubulure. On invite, en conséquence, les constructeurs à adopter de préférence les disques guidés par des ailettes, tels qu'ils sont représentés fig. 4, 7, 8 et 9. L'intérieur de la tubulure B est alésé, et l'appendice inférieur du disque tourné de manière à ce qu'il n'y ait qu'un jeu très-petit entre les surfaces qui doivent glisser l'une dans l'autre; la face inférieure du disque, qui est directement au-dessus de l'orifice de la tubulure, forme une surface légèrement concave relevée au-dessus du plan de la surface de recouvrement, fig. 4 et 7. L'extrémité supérieure de la tubulure B est évasée, comme on le voit fig. 4, et la largeur des ailettes est, au contraire, diminuée dans la partie correspondante à l'évasement de la tubulure, ainsi qu'on le voit par les fig. 7, 8 et 9, qui représentent l'élévation du disque isolé, et deux sections horizontales de ce disque, dont la première est faite suivant le plan *ab* de la fig. 7, qui contient la surface annulaire de contact, et l'autre suivant le plan inférieur *cd* de la fig. 7. La face inférieure du disque est fouillée sur le tour. Par suite de cette construction, le disque ne peut faire *bouchon* dans la tubulure, et ouvre, dès qu'il se soulève, une issue aussi libre que possible à la vapeur. La tige T, qui est venue de fonte avec le disque de la soupape, est tournée avec lui, afin que son axe soit exactement perpendiculaire au plan du disque et passe par son centre; elle se termine, à sa partie supérieure, par une surface conique à pointe émoussée, sur laquelle presse le levier LL'. Ce levier tourne autour du boulon ou goupille F, dont l'axe doit être situé exactement dans le prolongement du plan tangent au sommet de la tige du disque de la soupape reposant sur son siége. Au moment où celui-ci commence à se soulever,

les points du levier, sur lesquels s'appuie la tige, décrivent des arcs de cercle verticaux ; il n'y a pas glissement des surfaces en contact l'une sur l'autre, et, par conséquent, aucun frottement ne tend à incliner le disque de la soupape d'un côté ou de l'autre, et à faire frotter les ailettes contre le contour de la tubulure. Le levier LL' est guidé dans une seconde fourchette K, pour prévenir les mouvements dans le sens horizontal ; il se termine à son extrémité libre par une saillie S, destinée à retenir le poids qui y est suspendu.

Il est permis de négliger le frottement de l'œil du levier contre le boulon ou goupille F, lorsque la soupape a été bien ajustée, et qu'elle est entretenue dans un état convenable de propreté. Toutefois on peut, pour plus de précision, faire appuyer le levier sur le tranchant d'un couteau en acier. Les fig. 10 et 11 représentent une soupape exécutée par M. Sorel, dont le levier est ainsi appuyé sur un couteau, et qui fonctionne avec une précision comparable à celle d'une bonne balance. L'œil du levier est de forme triangulaire, comme on le voit dans la fig. 10 ; le boulon *bb*, fig. 11, qui traverse les deux branches de la fourchette et le levier, est aciéré et aminci en forme de couteau dans la partie sur laquelle s'appuie le levier ; un goujon *g*, qui pénètre dans une cavité correspondante ménagée dans une branche de la fourchette, sert de repère pour placer le boulon de façon à ce que l'arête du couteau soit horizontale et tournée vers le bas.

Quelques constructeurs remplacent la tige T, adhérente au disque de la soupape, par une cavité cylindrique forée dans l'épaisseur de ce disque, suivant son axe, et dans laquelle entre une pièce en forme d'olive ou de navette, dont l'extrémité supérieure s'engage dans une petite cavité creusée dans l'épaisseur du levier LL' : la pression du levier est ainsi transmise au disque de la soupape par l'*olive*, et le tout forme un système articulé. Cette disposition, qui est certainement bonne, quand l'axe fixe autour duquel tourne le levier est mal placé, paraît inutile lorsque cet axe est situé dans le plan de contact mutuel du levier et du sommet de la tige T de la soupape.

(D.) — Notes sur les manomètres a air libre.

La figure 1 représente, à l'échelle de 1/20, un mano-

mètre à air libre, à cuvette et à tube en verre, pouvant accuser des pressions qui vont jusqu'à 6 atmosphères 1/2.

La figure 2 est une section de la cuvette et du tube par un plan vertical passant par l'axe de la cuvette, à l'échelle de 1/2.

La figure 3 est une section, à la même échelle, du manomètre et de la monture par le plan horizontal XY de la figure 2.

La cuvette *a*, *b*, *c*, *d*, figures 2 et 3, est en fer forgé; elle est formée d'un prisme de fer à base carrée de 6 centimètres de côté et de 17 centimètres de hauteur. On a foré, suivant l'axe du prisme, la cavité cylindrique *mn* de 4 centimètres de diamètre, et de 10 centimètres 6 millimètres de profondeur, et au fond de celle-ci, toujours suivant l'axe du prisme, la cavité cylindrique d'un diamètre moindre *m'n'*, dans laquelle doit pénétrer l'extrémité du tube en verre TT'. Cette cuvette est fermée à sa partie supérieure par une plaque en fer carrée *pp'*, formant bouchon, et fixée aux quatre angles, sur les bords de la cuvette, par les vis *v*, *v*, *v*, *v*, figure 3. La pression de ces vis ferme hermétiquement au moyen d'un peu de mastic au minium interposé entre les surfaces de contact de la plaque et des bords supérieurs de la cuvette. L'ouverture cylindrique ménagée suivant l'axe de la plaque *pp'* est taraudée en forme d'écrou et remplie par le bouchon en fer et à vis *qq'*, suivant l'axe duquel on a foré un trou cylindrique d'un diamètre un peu supérieur au diamètre extérieur du tube en verre. Vers le bas, ce trou se rétrécit de manière à ne plus laisser que très-peu de jeu entre lui et le contour extérieur du tube, afin que le mastic avec lequel on scellera le tube en verre dans la cavité cylindrique percée à travers le bouchon *qq'* soit retenu par les bords rentrants de cette cavité.

Un trou S est percé à travers une des parois verticales de la cuvette, immédiatement au-dessous du bouchon entrant *qq'*; à ce trou est adapté, au moyen d'une bride *r'* et de deux vis *uu'*, un petit tuyau *xx'* courbé dans un plan horizontal, qui met la cuvette en communication, par sa partie supérieure, avec un tube en fer creux *oo'*, de 15 millimètres de diamètre intérieur, fixé sur le côté du madrier de sapin sur lequel l'instrument est monté. Le tube en fer creux *oo'* se prolonge de quelques centi-

mètres en dessous du tuyau courbe xx'; là il est fermé par un bouchon à vis et en fer ; il a une hauteur verticale de 4 mètres ; il est fermé également en haut par un bouchon à vis ; immédiatement au-dessous de ce bouchon, il est percé latéralement d'un trou autour duquel est la bride à laquelle vient s'adapter l'extrémité des tuyaux de communication avec l'intérieur de la chaudière, qui ne diffèrent en rien de ceux dont on fait ordinairement usage.

Le tube TT' est en cristal ; il doit avoir environ 3 millimètres de diamètre intérieur, de 9 à 10 millimètres de diamètre extérieur ; sa longueur dépend du maximum de la pression que le manomètre doit mesurer.

Cet instrument doit être rempli de mercure et monté sur place. Le madrier de sapin auquel sont attachés la cuvette en fer et le tube en fer creux oo' est fixé par des crampons contre un mur vertical. Le tube en verre étant enlevé, on verse d'abord dans la cuvette, par le trou percé dans le bouchon à vis qq', la quantité de mercure convenable, laquelle dépend du diamètre intérieur du tube en cristal et de sa longueur ; il faut que, lorsque le mercure s'élèvera dans le tube jusqu'au point qu'il ne devra pas dépasser, le niveau du mercure dans la cuvette recouvre d'un demi centimètre au moins les bords supérieurs de la cavité rétrécie $m'n'$. Soit NN' la surface de niveau du mercure versé ainsi dans la cuvette. Après avoir introduit le mercure, on mettra en place le tube en cristal ; pour cela, on l'enfoncera à travers le bouchon qq', jusqu'à ce que son extrémité inférieure arrive à 4 ou 5 millimètres du fond de la cavité $m'n'$; on fixera le tube au madrier par quelques brides légères, placées de mètre en mètre, par exemple, en ayant soin d'interposer un peu de coton entre le tube et le madrier, et de serrer les brides assez peu pour que le tube puisse glisser entre ces brides, dans le sens de sa longueur. On lutera ensuite le tube au bouchon qq' avec du mastic de fontainier, ou simplement de la cire à cacheter grossière, qu'il suffit de chauffer à une température de 60 ou 70° pour la ramollir et pour qu'elle coule dans l'intervalle annulaire compris entre le tube et la cavité du bouchon. Pendant cette opération, on échauffe le bouchon en le serrant entre les branches d'une pince ou tenaille de maréchal préalablement chauffée au rouge sombre, et on facilite l'introduction du mastic dans la cavité du bouchon en imprimant au tube de petits mou-

vements dans le sens parallèle à son axe ; on aura préalablement dépoli le tube à l'extérieur, dans la partie de sa hauteur qui doit être engagée dans le bouchon.

Le tube en verre étant ainsi scellé, on attend que la cuvette et le mastic soient refroidis ; on ôte le bouchon à vis qui ferme le tube en fer O à son extrémité supérieure, et l'on remplit complétement ce tube avec de l'eau, qui, passant par le petit tuyau de communication xx', se répand aussi dans la cuvette au-dessus du mercure, puis on remet en place le bouchon de fermeture du tube OO' ; la pression de la colonne d'eau fait monter le mercure dans le tube de cristal jusqu'à une hauteur déterminée ; le point où arrive la surface du mercure pressé par la colonne d'eau est le point de départ de l'échelle du manomètre, qui est marqué du chiffre 1 (une atmosphère). A partir de ce point, on divise le madrier sur sa hauteur en parties égales, dont chacune représente 1/10 d'atmosphère. L'intervalle de deux divisions devra être égal à 76 millimètres divisés par l'unité augmentée du rapport du carré du diamètre intérieur du tube en cristal au carré du diamètre de la cuvette. Si, par exemple, les diamètres du tube et de la cuvette sont dans le rapport de 1 à 10, l'intervalle de deux divisions devra être $\frac{76}{1,01} = 75^{mill},25$. Une correction aussi faible peut être négligée, sans inconvénient, dans la pratique. Il faut que les longueurs du tube en verre et du madrier divisé soient suffisantes pour que le manomètre puisse mesurer des pressions supérieures d'une atmosphère ou une atmosphère et demie à celle que la vapeur ne devra pas dépasser dans la chaudière. Ainsi, si la chaudière doit fournir de la vapeur à 5 atmosphères (ou 4 atmosphères en sus de la pression extérieure), le manomètre devra pouvoir mesurer jusqu'à 6 atmosphères au moins, ce qui exigera que le tube en cristal et le madrier aient une longueur de $5 \times 0,76 = 3^m,80$ au-dessus du point de départ de la graduation. La longueur totale du madrier serait d'environ $\frac{1}{11}$ plus grande que $3^m,80$, à cause de l'élévation du point de départ de la graduation au-dessus de la surface du mercure dans la cuvette, occasionnée par le poids de la colonne d'eau contenue dans le tube O.

L'échelle des pressions aura été tracée chez le fabricant de manomètres ; le mercure aura été expédié à part, et il sera bon d'y joindre un tube en cristal de rechange. Le

propriétaire de l'appareil à vapeur devra tenir note du poids du mercure; mais, comme l'instrument ne pourra pas généralement être expédié à destination rempli de mercure, il devra être de nouveau monté sur place, avec les précautions que nous venons d'indiquer; l'on pourra profiter de cette circonstance pour vérifier l'exactitude de l'échelle, ou plutôt de son point de départ (1). Il faut qu'un semblable manomètre soit installé de manière que les divisions de l'échelle auxquelles correspondra habituellement l'extrémité de la colonne de mercure soient à peu près à la hauteur de l'œil du chauffeur ou mécanicien, et que le haut du tube en fer creux OO' où viennent se rattacher les tuyaux de communication avec la chaudière, soit à un niveau plus élevé que le point d'insertion de ces tuyaux sur la chaudière. Lorsque cette dernière condition, qui est généralement compatible avec la première, sera satisfaite, le manomètre accusera la pression de la vapeur avec un grand degré de précision; car, pendant que la chaudière sera en vapeur, le tube en fer creux OO' sera constamment rempli d'eau, dont la pression s'ajoutera à celle de la vapeur sur le mercure, tandis que les tuyaux de communication inclinés vers la chaudière ne contiendront que de la vapeur. La pression de la vapeur sur le mercure étant transmise par une longue colonne d'eau verticale, la cuvette ne pourra jamais s'échauffer, et on n'aura point à craindre que le mastic de fontainier, ou la cire dont on s'est servi pour sceller le tube en cristal dans l'ouverture du bouchon qq', vienne à se ramollir.

On n'aperçoit d'autre cause de dérangement ou d'avarie de ce manomètre que le bris du tube en cristal, qu'il est facile, d'ailleurs, de protéger, et l'obstruction du bas du tube en fer par les impuretés tenues en suspension dans l'eau ou entraînées par la vapeur. La substitution d'un tube en cristal à celui qui aurait été rompu se fera sans difficulté, et n'occasionnera qu'une très faible dépense.

(1) Le manomètre peut être expédié monté, mais seulement vide de mercure. Quand il est mis en place, à sa destination, on peut verser le mercure par l'orifice supérieur du tube TT' sur lequel on applique un petit entonnoir en verre, et remplir ensuite le tube en fer OO' d'eau que l'on verse également par l'orifice supérieur de ce tube.

On videra d'abord le tube OO′ de l'eau qu'il contient, en dévissant le bouchon qui ferme ce tube par le bas, afin que le mercure retombe en totalité dans la cuvette. Puis on enlèvera le bout du tube brisé qui sera engagé dans la cuvette ; il suffira pour cela de ramollir le mastic en le chauffant, ce qui se fera facilement, en serrant entre les mâchoires d'une pince ou tenaille chauffée au rouge sombre le bouchon *qq′* ; s'il y a eu du mercure perdu, il faudra ajouter dans la cuvette une quantité à peu près égale à celle qui a été perdue, et enfin on placera le tube de rechange. Le nettoyage du tube en fer creux peut se faire très-simplement. Après avoir intercepté la communication avec la chaudière, on enlèvera les bouchons à vis qui ferment le tube O à ses deux extrémités, on videra ce tube et on le remplira de nouveau avec de l'eau pure.

Pour éviter les déperditions de mercure qui pourraient avoir lieu par l'orifice supérieur du tube, lors des oscillations que la colonne éprouve par des augmentations brusques de pression, on peut coiffer ce tube d'un simple bouchon en bois non mastiqué, et retenu sur le tube par une agrafe en fil de fer fixée à la monture en bois. L'air extérieur pourra passer entre le bouchon et le tube; mais, en cas d'une oscillation de la colonne mercurielle, le bouchon préviendrait la sortie du métal. Il pourra aussi être avantageux de fermer à la lampe le tube en verre, à son extrémité inférieure, et de ménager un petit trou latéral, tout près de cette extrémité, pour le passage du mercure de la cuvette dans le tube, que l'on appuiera alors sur le fond de la cuvette. Enfin, il sera peut-être commode de percer la cuvette d'un trou fermé par un bouchon à vis et aboutissant au fond de la cavité *m′n′*, par lequel on pourrait vider tout le mercure quand on voudrait en vérifier le poids, ou le filtrer pour le nettoyer, sans qu'il fût nécessaire de déplacer l'instrument.

Un manomètre à air libre, tel que celui qui est représenté fig. 1, pouvant accuser jusqu'à 6 atmosphères, exigera tout au plus 1 kilogramme de mercure dont la valeur actuelle est de 12 francs. On peut se procurer, à la cristallerie de Choisy-le-Roi, des tubes en cristal de 4m,50 de longueur, au prix de 5 francs l'un, au plus. Les tubes en fer creux, de 15 millimètres de diamètre, se vendent, au dépôt de M. Gandillot, au prix

de 2 fr. 50 cent. le mètre courant, sur des longueurs variables de $0^{m},60$ à 4 mètres. Il résulte évidemment de ces détails que les manomètres à air libre, pour des pressions de 5 à 6 atmosphères, peuvent être établis et vendus à des prix très-modérés par les fabricants d'instruments de physique; au besoin, ils pourraient être confectionnés dans les ateliers de tous les constructeurs ou ajusteurs de machines.

Table des forces élastiques de la vapeur d'eau, à son maximum de densité, et des températures correspondantes, de 1 à 24 atmosphères.

FORCE élastique de la vapeur, en prenant la pression de l'atmosphère pour unité.	HAUTEUR de la colonne de mercure (à zéro de température) qui mesure la force élastique de la vapeur.	TEMPÉRATURE correspondante, exprimée en degrés du thermomètre centigrade à mercure.	PRESSION exercée par la vapeur sur un centimètre quarré de la chaudière ou de la soupape de sûreté.
atmosphères.	mètres.	degrés.	kilogrammes
1	0,76	100	1,033
1 1/2	1,14	112.2	1,549
2	1,52	121,4	2,066
2 1/2	1,90	128,8	2,582
3	2,28	135,1	3.099
3 1/2	2,66	140,6	3,615
4	3.04	145,4	4,132
4 1/2	3,42	149,06	4,648
5	3.80	153,08	5,165
5 1/2	4,18	156.8	5,681
6	4,56	160,2	6,198
6 1/2	4,94	163.48	6,714
7	5,32	166,5	7,231
7 1/2	5,70	169,37	7,747
8	6,08	172.1	8,264
9	6,84	177,1	9,297
10	7,60	181,6	10,330
11	8,36	186,03	11,363
12	9,12	190	12,396
13	9,88	193,7	13,429
14	10,64	197.19	14,462
15	11,40	200,48	15,495
16	12,16	203,6	16,528
17	12.92	206,57	17,561
18	13.68	209,4	18,594
19	14,44	212,1	19,627
20	15.20	214,7	20,660
21	15,96	217,2	21,693
22	16,72	219,9	22,726
23	17,48	221,9	23,759
24	18,24	224,2	24,792

(E.) Note sur le flotteur d'alarme.

La fig. 12 représente la section verticale d'un flotteur d'alarme que la commission centrale des machines à vapeur a fait exécuter. LM est la paroi supérieure de la chaudière sur laquelle on fixe, à l'aide de vis, le bout de tuyau en cuivre I, qui est terminé par un appareil semblable au sifflet des chaudières de machines locomotives. Une pierre FF', ou tout autre corps d'un poids spécifique supérieur à celui de l'eau, est suspendu à la tige verticale T, dont l'extrémité supérieure ferme le petit canal *o*; la pierre FF' est équilibrée en partie par le contre-poids P et le balancier BB', celui-ci porte par un couteau sur les branches de la fourchette qui termine le support S fixé à la chaudière. Le contre-poids P est mobile le long du balancier B; on le fixe par une vis de pression en un point tel qu'il puisse soutenir la pierre FF' lorsque celle-ci est plongée dans l'eau jusqu'aux 3/4 ou aux 5/6 de son épaisseur verticale. La longueur de la tige T étant d'ailleurs fixée de manière à ce que les 3/4 ou les 5/6 de l'épaisseur de la pierre soient au-dessous du plan d'eau normal dans la chaudière, quand l'extrémité supérieure de la tige ferme le petit canal *o*, si l'eau vient alors à baisser dans la chaudière, le poids de la pierre FF' devient prépondérant, la tige T s'abaisse et démasque l'orifice *o*. La vapeur se répand par plusieurs trous, tels que *bb*, dans l'espace annulaire *aa*, d'où elle sort par la fente circulaire et très-étroite *mn*, qui la dirige sur les bords du timbre ou petite cloche renversée CC.

Le poids de la pierre FF', lorsqu'elle est émergée par suite de l'abaissement du niveau de l'eau, doit l'emporter sur le contre-poids P, et, en outre, surmonter la pression effective de la vapeur sur l'orifice *o*. On donne, en conséquence, un très-petit diamètre à cet orifice, surtout lorsque la pression effective de la vapeur doit être considérable, afin de ne pas être obligé de donner à la pierre FF' des dimensions trop grandes, qui pourraient être gênantes. Il entre, dans la construction du flotteur d'alarme représenté fig. 12, $3^{k},82$ de bronze ou cuivre, à 3 fr. 30 cent. le kilogramme; 7 kilogrammes de fer pour le balancier, les boulons et le contre-poids, à 50 centimes le kilogramme, et une pierre de liais du poids de 23 kilogrammes, d'une valeur de 6 francs.

Les personnes qui sont au fait du prix des travaux d'ajustage jugeront par ces détails du prix auquel de semblables appareils peuvent être établis et vendus.

Chaudières à vapeur établies à demeure.

Instruction du 22 juillet 1843, sur les mesures de précaution habituelles à observer dans l'emploi des chaudières à vapeur établies à demeure.

§ 1er. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

L'emploi des chaudières à vapeur exige une surveillance exacte de la part des propriétaires de ces appareils, des précautions constantes et une attention soutenue de la part des ouvriers chauffeurs et mécaniciens.

Le propriétaire ne doit confier la conduite de la chaudière qu'à des ouvriers d'une conduite régulière, sobres, attentifs et expérimentés. Il est civilement responsable des amendes et des dommages et intérêts auxquels ses ouvriers seraient condamnés, en cas de contravention.

Le chauffeur doit connaître les précautions à prendre dans la conduite du feu, les soins nécessaires à la conservation et au bon entretien de la chaudière, les circonstances qui peuvent amener des dangers d'explosion, l'usage de chacun des appareils de sûreté dont la chaudière est pourvue. Lorsque l'un de ces appareils vient à se déranger, le chauffeur doit le remettre en ordre, ou bien prévenir le propriétaire de la chaudière, pour qu'il le fasse immédiatement remplacer ou réparer.

§ 2e. — DU FOYER ET DE LA CONDUITE DU FEU.

Le feu doit être conduit d'une manière égale, afin d'éviter une augmentation de chaleur trop brusque, ou un refroidissement trop rapide. Dans l'un et l'autre cas, les parties de la chaudière exposées à l'action du feu éprouveraient des dilatations inégales qui pourraient occasionner des déchirures ou des fuites d'eau entre les feuilles de tôle assemblées par des rivets.

La mise en feu ne doit donc pas être poussée avec trop de vivacité, surtout lorsque le foyer a été tout à fait refroidi. Quand le feu est arrivé au degré d'activité conve-

nable, on doit charger le combustible sur la grille à des intervalles réguliers et par quantités à peu près égales.

Si la chaudière, par suite d'une interruption momentanée du travail ou de toute autre cause, doit cesser de fournir de la vapeur, le chauffeur fermera d'abord le registre de la cheminée, et ouvrira immédiatement après les portes du foyer.

Si l'interruption se prolonge, il devra, en outre, retirer le combustible de dessus la grille. Si, malgré ces précautions, la tension de la vapeur augmente au point de faire lever les soupapes de sûreté, il soulèvera un peu l'une d'elles, et la maintiendra dans cette position pour donner à la vapeur une libre issue, jusqu'à ce que le mercure soit descendu, dans le manomètre, au-dessous du niveau auquel il se tient habituellement. Un chauffeur qui, dans ces circonstances, calerait ou surchargerait les soupapes pour les empêcher de s'ouvrir, exposerait la chaudière à une explosion, comme on en a eu plusieurs exemples.

Vers la fin de la journée, le chauffeur voyant approcher l'heure où le jeu de la machine doit être définitivement suspendu, diminuera d'avance les charges de combustible, de façon à maintenir seulement la vapeur au degré de tension strictement nécessaire, et à atteindre la fin de la journée avec une petite quantité de combustible sur la grille. Au moment de la suspension du travail, il couvrira les derniers restes de combustible avec des cendres, fermera ensuite le registre de la cheminée et les portes du foyer, et ne quittera la chaudière qu'après s'être assuré que la pression de la vapeur accusée par le manomètre continue de diminuer. S'il restait, par hasard, au moment de la suspension du travail, beaucoup de combustible sur la grille, le chauffeur devrait en retirer la plus grande partie, avec les précautions indiquées pour le cas d'une suspension accidentelle prolongée.

Lors de la mise en feu, le chauffeur commencera par ouvrir le registre de la cheminée, ouvrira ensuite les portes du foyer, tisera, découvrira le feu, et chargera du combustible frais sur la grille.

§ 3°. — DE LA CHAUDIÈRE.

On doit éviter avec le plus grand soin :

De pousser la combustion avec une activité extrême;

D'alimenter avec des eaux contenant des substances capables d'attaquer le métal de la chaudière ;

De laisser s'accumuler des dépôts terreux, ou se former des dépôts incrustants ou *tartres* adhérents aux parois de la chaudière.

Les constructeurs donnent à la grille et à la surface de chauffe d'une chaudière des dimensions en rapport avec la quantité d'eau qui doit être réduite en vapeur par heure. Quand l'appareil est une fois monté, on cherche quelquefois à augmenter la production de vapeur, en poussant la combustion avec une extrême activité. Les résultats de cette pratique sont toujours une consommation de combustible en disproportion avec la quantité d'eau vaporisée, et l'usure rapide des parois de la chaudière exposées directement à l'action du feu.

Cette usure se manifeste par les écailles d'oxyde de fer ou rouille qui se détachent de la surface externe des parois, et finalement par des gonflements de la tôle. On dit alors que la chaudière a eu *un coup de feu*. La solidité d'une chaudière ainsi détériorée est de beaucoup diminuée; elle doit être, par conséquent, réparée sans retard, ou, du moins, visitée avec beaucoup de soin, pour qu'on puisse reconnaître la gravité du mal.

L'alimentation avec des eaux contenant des substances acides ou salines susceptibles d'attaquer le métal des chaudières, telles que les eaux extraites de certains puits de mines ou de carrières, est prohibée, à moins que les propriétés corrosives de ces eaux ne soient neutralisées par des moyens reconnus efficaces par l'administration.

Les eaux, même les plus pures, déposent, en passant à l'état de vapeur, des sédiments terreux qu'il ne faut jamais laisser s'accumuler dans les chaudières. Ces sédiments, surtout quand les eaux contiennent des sels calcaires, se prennent ordinairement en masses dures ou pierreuses, qui se fixent sur les parois des chaudières et y adhèrent si fortement qu'on ne peut les en détacher qu'à coups de ciseau et de marteau; ils s'attachent principalement aux parties inférieures des parois qui sont exposées directement à l'action de la flamme; ils rendent plus difficile et plus lente la transmission de la chaleur du foyer à l'eau contenue dans la chaudière, et occasionnent un accroissement de dépense de combustible, en même temps que l'usure rapide de la chaudière dans la partie exposée

à l'action de la flamme. Les effets des dépôts incrustants sont ainsi les mêmes que ceux d'une combustion poussée avec trop d'activité. On a reconnu par l'expérience qu'on prévenait l'endurcissement des sédiments en masses pierreuses, en ajoutant à l'eau d'alimentation certaines matières tinctoriales de nature végétale, telles que celle qui est fournie par le bois de Campêche. On versera donc une teinture de ce genre dans la bâche alimentaire, de manière à ce que les eaux soient constamment colorées : si la température de ces eaux est suffisamment élevée, il suffira de mettre dans la bâche un sac de toile renfermant du bois de Campêche réduit en poudre fine, que l'on renouvellera quand la matière colorante sera épuisée ; enfin on pourra aussi jeter dans la chaudière de la poudre de bois de Campêche. Ces précautions ne dispenseront pas de nettoyer la chaudière des sédiments vaseux qu'elle contiendra, après un temps de service qui dépendra du degré de pureté des eaux et que l'expérience déterminera.

Le chauffeur, en nettoyant la chaudière, aura soin de de n'y laisser aucun corps solide, tel que outils, chiffons, éponges, etc. ; l'expérience à montré que ces corps, en se fixant sur un point des parois, pourraient y déterminer l'accumulation des dépôts, et donner lieu ainsi à la destruction de la chaudière.

Si un chauffeur s'apercevait que la chaudière, en raison de sa forme, ne peut pas être nettoyée complétement et à fond, il devrait en prévenir le propriétaire.

Le tuyau qui amène les eaux alimentaires ne doit pas déboucher près des points de la chaudière qui sont exposés extérieurement à l'action directe du feu, surtout quand les chaudières ont une grande épaisseur.

Lorsqu'on s'aperçoit d'une fuite entre les bords d'un plateau de fermeture en fonte et les collets sur lesquels il est appuyé, on ne doit point essayer d'y pourvoir pendant le travail, en serrant les écrous · on courrait le risque d'occasionner la rupture du plateau, et, si elle arrivait, l'ouvrier serait tué par les éclats, ou brûlé par l'eau et la vapeur. Ces sortes de fuites ne doivent être réparées que lorsque le travail a cessé.

Le chauffeur doit dénoncer au propriétaire les moindres déchirures ou avaries qu'il remarque, et, à plus forte raison, le prévenir des avaries plus apparentes, telles que les *coups de feu*.

Le propriétaire doit vérifier très-fréquemment l'état de la chaudière, faire faire, sans délai, les réparations nécessaires. Il doit, de plus, donner avis de ces réparations au préfet, afin que la chaudière soit de nouveau visitée par l'ingénieur chargé du service des appareils à vapeur, et soumise, après les réparations, à la pression d'épreuve prescrite par les règlements.

§ 4e. — DES SOUPAPES DE SÛRETÉ.

Les soupapes de sûreté sont un accessoire indispensable de toute chaudière à vapeur.

Chaque soupape de sûreté doit être chargée par un poids unique, qui agit ordinairement par l'intermédiaire d'un levier. Les poids et les longueurs des bras des leviers sont fixés par l'arrêté d'autorisation.

Un chauffeur qui se permettrait de surcharger une soupape par une augmentation, soit du poids, soit de la longueur du bras de levier, ou de la caler pour en arrêter le jeu, mettrait la chaudière en danger d'explosion.

Lorsque les soupapes ne sont pas bien ajustées, il arrive souvent que, après s'être soulevées, elles ne se referment pas complétement, et laissent perdre de la vapeur sous une pression inférieure à celle qui correspond à leur charge. Il suffit le plus ordinairement d'appuyer avec la main sur la soupape pour la fermer et faire cesser toute fuite de vapeur. Si la soupape continuait à perdre, ce serait une preuve qu'elle ne porte pas bien sur son siége, et que, en conséquence, elle a besoin d'être nettoyée et rôdée de nouveau. Dans aucun cas, le chauffeur ne doit augmenter la charge des soupapes.

§ 5e — DU MANOMÈTRE.

Le manomètre indique, à chaque instant, la tension exacte de la vapeur dans la chaudière, et les variations de cette tension quand elle n'est point constante. Cet instrument est le véritable guide du chauffeur dans la conduite du feu.

Les manomètres seront désormais ouverts à l'air libre, sauf pour les chaudières qui seraient timbrées à plus de 5 atmosphères. Les tubes qui contiennent la colonne de mercure sont en verre ou en fer ; dans ce dernier cas, la hauteur de la colonne de mercure dans l'instrument et

la pression correspondante de la vapeur sont accusées par un index lié par un cordon à un flotteur qui suit la colonne de mercure. Le tuyau qui conduit la vapeur au manomètre doit être adapté au corps même de la chaudière. Ce tuyau est habituellement muni d'un robinet qui permet d'ouvrir ou d'intercepter la communication entre le manomètre et la chaudière, mais qui doit être constamment ouvert quand la chaudière est en activité ; on le ferme quelquefois quand la chaudière n'est pas en feu, quoique cela soit inutile lorsque les manomètres sont bien disposés.

Le chauffeur doit se garder d'ouvrir brusquement ce robinet, soit pendant que la chaudière est en pleine activité, soit lorsqu'elle est arrêtée depuis quelque temps. Dans le premier cas, l'ascension du mercure produite par la pression subite de la vapeur pourrait projeter tout ou partie du mercure de l'instrument hors du tube ; dans le second cas, si un vide existait dans la chaudière, la pression subite de l'air pourrait déterminer le passage du mercure dans le tuyau de communication, et dans la chaudière même.

§ 6e. — DE LA POMPE ALIMENTAIRE ET DES INDICATEURS DU NIVEAU DE L'EAU.

Il est de la plus haute importance que le niveau de l'eau soit maintenu, dans la chaudière, à une hauteur à peu près constante, et toujours supérieure aux conduits ou carneaux de la flamme et de la fumée.

Le chauffeur doit donc examiner très-fréquemment les appareils qui accusent le niveau de l'eau dans l'intérieur de la chaudière, et régler, d'après leurs indications, la quantité d'eau alimentaire.

Les appareils indicateurs du niveau de l'eau sont : le flotteur, le tube indicateur en verre, ou des robinets indicateurs convenablement placés à des niveaux différents.

Le chauffeur vérifiera fréquemment la mobilité et le bon état du flotteur, quand la chaudière sera pourvue de cet appareil.

Il tiendra les conduits du tube indicateur en verre libres d'obstructions, et le tube lui-même bien net, quand il sera fait usage de cet appareil. Il devra prévenir le propriétaire et faire réformer le tube en verre quand sa transparence sera altérée.

Une ligne tracée d'une manière très-apparente sur l'échelle du tube indicateur ou sur une règle placée près du flotteur indique le niveau au-dessous duquel l'eau ne doit pas descendre dans la chaudière.

Le chauffeur fera jouer souvent les robinets indicateurs étagés, quand il en sera fait usage.

L'alimentation est entretenue au moyen de pompes mues par la machine à vapeur, ou de pompes à bras, ou de retours d'eau, ou appareils alimentaires à jeu de vapeur Quand l'alimentation est faite par une pompe mue par la machine, elle peut être continue ou intermittente: si elle est continue (et il serait à désirer qu'elle le fût toujours), la pompe n'en doit pas moins fournir plus d'eau qu'il n'en faut pour remplacer celle qui est dépensée en vapeur par coup de piston de la machine. Un embranchement adapté au tuyau alimentaire, et muni d'un robinet de décharge, sert à régler la quantité d'eau, foulée par la pompe, qui doit entrer dans la chaudière, tandis que le surplus retourne à la bâche. Le chauffeur règle, d'ailleurs, à la main l'ouverture du robinet, de manière à ce que le niveau de l'eau, accusé par les indicateurs, demeure invariable.

Lorsque l'alimentation est intermittente, en raison de ce qu'elle est effectuée soit par une pompe qui n'est pas munie de robinet de décharge, soit par une pompe mue à bras, soit par un retour d'eau ou autre appareil alimentaire à jeu de vapeur, le chauffeur doit avoir soin de faire jouer l'appareil alimentaire, avant que l'eau soit descendue jusqu'au niveau indiqué par la ligne fixe tracée extérieurement sur la monture du tube indicateur ou près du flotteur.

Dans quelques cas, l'alimentation est régularisée par un mécanisme particulier mu par un flotteur. Cela ne saurait dispenser le chauffeur de fixer son attention sur les indicateurs du niveau, par la raison que le mécanisme, quelque bien construit qu'il soit, peut se déranger et pourrait être ainsi plus nuisible qu'utile, si le chauffeur se croyait déchargé par là de l'attention dont il ne doit jamais se départir.

Un dérangement qui serait survenu dans l'appareil alimentaire se manifestera aux yeux d'un chauffeur attentif, bien avant qu'il ait pu donner lieu à un accident. Ce dérangement reconnu, le chauffeur doit remettre l'ap-

pareil en ordre, en arrêtant, au besoin, le jeu de la machine. En agissant autrement, il mettrait la chaudière en danger.

Si, malgré toutes les précautions indiquées ci-dessus, le chauffeur, trompé par des appareils indicateurs qui seraient défectueux à son insu, venait à reconnaître que l'eau est descendue accidentellement dans la chaudière au-dessous du niveau supérieur des carneaux, il devrait fermer le registre de la cheminée, ouvrir les portes du foyer, afin de ralentir l'activité de la combustion, et de faire tomber la flamme; il se garderait de soulever les soupapes de sûreté, et maintiendrait les portes du foyer ouvertes, jusqu'à ce que le jeu de l'appareil alimentaire eût fait remonter l'eau dans la chaudière à son niveau habituel.

§ 7e.—DU FLOTTEUR D'ALARME.

Le flotteur d'alarme est destiné à prévenir, par un bruit aigu, un chauffeur qui n'aurait pas donné l'attention convenable à la conduite de la chaudière, que l'eau est descendue jusque tout près du niveau des carneaux. Le chauffeur, averti par le bruit du flotteur d'alarme, doit, avant tout, examiner les indicateurs du niveau de l'eau; si ces appareils indiquent que l'eau n'est pas encore descendue, dans la chaudière, au-dessous du niveau supérieur des carneaux, il doit pourvoir immédiatement à l'alimentation. Mais, si le flotteur d'alarme avait fonctionné tardivement, et que l'eau fût descendue trop bas, le chauffeur devrait suivre les indications contenues à la fin du paragraphe précédent.

Le flotteur d'alarme ne doit fonctionner que rarement, puisqu'il est destiné à avertir d'une circonstance qui n'a pu arriver que par la négligence du chauffeur. Celui-ci doit vérifier, chaque jour, s'il est en bon état, et si son jeu n'est pas entravé par des corps solides qui boucheraient l'issue de la vapeur, ou par toute autre cause.

Le propriétaire doit aussi vérifier fréquemment par lui-même si cet appareil fonctionne bien.

§ 8e.—DU LOCAL DE LA CHAUDIÈRE.

Le chauffeur doit maintenir le local de la chaudière libre d'objets encombrants, qui gêneraient le service et pourraient aggraver les suites d'une explosion.

La chaudière, si elle est enveloppée sur le dôme, ne doit être revêtue que de matériaux légers et, autant que possible, incohérents, tels que des cendres, de la terre tamisée ou des briques très-légères.

Le propriétaire et le chauffeur doivent veiller à ce que le local soit tenu fermé pendent les heures où le travail est suspendu, et à ce qu'il ne serve pas de passage et encore moins d'atelier aux ouvriers pendant les heures de travail, à moins d'une autorisation speciale du préfet.

Paris, le 22 juillet 1843.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics
J.-B. TESTE.

Paris, le 26 juillet 1843.

Bateaux à vapeur.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre l'ordonnance du 23 mai dernier, portant règlement pour les bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves et rivières.

La navigation à vapeur a été régie, jusqu'à ce jour, par les deux ordonnances des 2 avril 1823 et 25 mai 1828.

La première de ces ordonnances a soumis ces bateaux à la surveillance de commissions spéciales, formées dans chaque département où ce mode de navigation serait établi, et elle a disposé qu'ils ne pourraient être admis à naviguer qu'après que la commission aurait constaté leur solidité, le bon état de la machine, et que le préfet aurait notifié au propriétaire qu'il a reçu et approuvé le procès-verbal de la commission.

La seconde ordonnance a appliqué aux chaudières de ces bateaux, à quelque pression qu'elles dussent fonctionner, les mesures de sûreté prescrites relativement aux machines à haute pression.

Il était nécessaire, comme pour les appareils employés sur terre, de réunir dans un nouveau règlement les diverses dispositions concernant la navigation à vapeur, en apportant également ici les modifications dont on avait reconnu l'utilité.

L'application des machines à vapeur à la navigation procure au commerce, à l'industrie, à la population tout entière de grands avantages. Elle exige d'autant plus de

précautions que les causes des accidents sont plus nombreuses, et que ces accidents peuvent avoir des suites plus funestes encore que sur terre.

Il convenait non-seulement de prescrire les moyens de sûreté propres aux appareils moteurs; il importait, en outre, de fixer les conditions relatives à l'installation et à la marche des bateaux, et de déterminer les diverses mesures qui se rattachent à ce service. Tous ces objets sont réglés par la nouvelle ordonnance.

Les permis de navigation continueront d'être délivrés par les préfets sur les rapports des commissions de surveillance. Les articles 5 et 6 de l'ordonnance indiquent les principaux points sur lesquels ces commissions doivent fixer leur attention lors de la visite et de l'essai préalable des bateaux.

Vous remarquerez, monsieur le préfet, que, d'après l'article 9, les propriétaires seront désormais obligés de se munir, chaque année, d'un nouveau permis, qui ne sera donné qu'après que la commission aura procédé à une nouvelle épreuve de la chaudière, et se sera assurée de sa solidité. Plusieurs accidents ont eu lieu parce que ces épreuves n'avaient pas été renouvelées en temps utile, et que l'on n'avait pu ainsi constater les altérations que l'appareil moteur avait subies. On a dû pourvoir à ce que cette précaution si essentielle ne fût point éludée.

Le permis devra contenir les diverses énonciations dont il est question dans l'article 10. Il y sera fait mention qu'il n'est valable que pour une année. Il conviendra d'y insérer, en outre, les principales obligations qui sont imposées généralement à tous les propriétaires de bateaux à vapeur. Le modèle d'arrêté qui se trouve à la suite de l'instruction jointe à la circulaire du 24 juillet, concernant l'exécution de l'ordonnance du 22 mai dernier relative aux machines et chaudières à vapeur employées sur terre, donne facilement une idée de la forme suivant laquelle les permis de navigation devront être libellés.

Comme il importe que chaque bateau soit visité aussitôt après son achèvement, afin que l'on ne puisse en faire usage avant que sa bonne construction ait été constatée, l'article 14 enjoint au propriétaire de se munir d'un permis provisoire lorsque le bateau aura été construit dans un département autre que celui où il doit entrer en service. Il sera d'ailleurs tenu de demander un permis

définitif dès que ce bateau sera arrivé au lieu de sa destination.

Le titre II de l'ordonnance fixe les conditions de sûreté des machines servant de moteurs aux bateaux. Elles sont, à peu de choses près, les mêmes que celles qui ont été prescrites pour les machines à vapeur en général. Les épreuves, les soupapes, les manomètres, les appareils d'alimentation et les appareils indicateurs du niveau de l'eau dans les chaudières forment en effet un ensemble de précautions indispensables dans tout emploi de la vapeur comme force motrice. Quelques dispositions spéciales ont seulement été ajoutées.

Indépendamment des deux soupapes ordinaires, il devra être adapté aux chaudières des bateaux, lorsqu'elles seront à faces planes, une soupape atmosphérique, c'est-à-dire disposée de manière à s'ouvrir du dehors au dedans. Cela a pour but de prévenir un accident qui est arrivé quelquefois avec ces chaudières. Lorsque, par l'effet du refroidissement, la vapeur vient à se condenser en partie dans la chaudière, la pression extérieure de l'atmosphère, devenue prépondérante, pourrait en déterminer l'écrasement. Au moyen de la soupape atmosphérique on prévient cet effet. Dès que le ressort de la vapeur devient moindre que la pression de l'atmosphère, cette soupape, en s'abaissant, ouvre un passage à l'air et l'équilibre se rétablit. Ces sortes d'écrasements sont bien moins à craindre pour les chaudières cylindriques, qui offrent une plus grande résistance. C'est pourquoi on ne prescrit cette soupape atmosphérique que pour les chaudières à faces planes. Du reste, on ne l'a rendue obligatoire que sur les bateaux, attendu que là ces écrasements pourraient avoir des inconvénients beaucoup plus fâcheux, s'ils arrivaient, par exemple, pendant un voyage.

De même que les chaudières employées à terre, chaque chaudière de bateau devra être pourvue d'un manomètre. Mais pour les premières, l'ordonnance du 22 mai 1843 a prescrit de faire usage du manomètre à air libre toutes les fois que la pression effective de la vapeur ne s'élèverait pas au-dessus de quatre atmosphères. On conçoit que dans un bateau le tube manométrique ne pourrait avoir la même hauteur que dans un atelier. On n'y exige en conséquence l'emploi du manomètre à air libre que lorsque la pression effective de la vapeur ne dépasse pas deux

atmosphères. Mais il sera nécessaire que les manomètres à air comprimé soient construits avec soin. Je me réfère à ce qui est dit à ce sujet dans l'instruction concernant les chaudières établies à terre, § III, p. 63.

En outre de la pompe alimentaire habituelle, la chaudière devra être pourvue d'une pompe mise en mouvement par une machine particulière ou à bras d'homme, et destinée à l'alimenter quand la machine motrice du bateau ne fonctionne pas. Il existe déjà des pompes semblables sur beaucoup de bateaux à vapeur, et elles sont indispensables pour prévenir les accidents que pourrait occasionner le défaut d'alimentation pendant le stationnement (1).

On a cherché si l'on pourrait adapter aux chaudières

---

(1) La pompe particulière dont il s'agit peut encore servir dans certains cas à un autre usage. Les condenseurs des machines installées à bord des bateaux ne sont pas ordinairement placés, ainsi que cela a lieu pour les machines établies à terre, dans des bâches remplies d'eau froide incessamment renouvelée par le jeu de la pompe dite à eau *froide*, ou par un autre moyen. Les parois de ces condenseurs sont à découvert dans la chambre des machines, et leur capacité intérieure communique avec l'eau de la rivière par un tuyau qui traverse les parois du bateau. Or, quelquefois les parois du condenseur s'échauffent, et la vapeur, en arrivant du cylindre au condenseur, conserve une température et une pression suffisantes pour refouler l'eau de la rivière. Alors la condensation n'a plus lieu, et, si le jeu de la machine n'est pas complétement arrêté, sa puissance est au moins fort diminuée, ce qui peut, dans certaines circonstances, donner lieu à de graves dangers. L'inconvénient signalé ci-dessus se manifeste principalement pour les machines à condenseur qui fonctionnent sans détente, ou avec très-peu de détente de la vapeur, et dont les chaudières fournissent de la vapeur à une tension de 1 1/2 à 3 atmosphères. On n'a généralement d'autre moyen d'y remédier que de jeter de l'eau froide sur les parois extérieures du condenseur. Il serait évidemment beaucoup plus efficace de fouler de l'eau froide dans son intérieur, ce qu'on pourrait faire facilement au moyen de la pompe auxiliaire, mue à bras d'homme. Il suffirait pour cela que le tuyau de *refoulée* de cette pompe fût mis en communication avec l'intérieur du condenseur par un embranchement muni d'un robinet qui serait habituellement fermé, et que l'on ouvrirait lorsque l'échauffement du condenseur rendrait nécessaire une injection forcée d'eau froide. Cette mesure de précaution pourra être, dans certains cas, prescrite par les préfets, sur le rapport des commissions de surveillance. Son utilité a été reconnue dans le département de la Seine pour des machines desservies par des chaudières dans lesquelles la tension de la vapeur est limitée à 3 atmosphères environ.

des bateaux un *flotteur d'alarme*. Des expériences ont été faites à ce sujet par la commission centrale des machines à vapeur. On a reconnu qu'il ne serait pas possible de faire usage de ces espèces de flotteurs. Comme on n'a sur un bateau qu'un espace très restreint, on est obligé d'y donner aux chaudières une construction particulière, de telle sorte qu'elles présentent une grande surface de chauffe avec un petit volume d'eau et une surface de niveau peu étendue. Cette surface du liquide est presque continuellement dans un état de fluctuation. Le jeu du *flotteur d'alarme* se trouverait ainsi gêné et faussé; en sorte que cet instrument serait là plus nuisible qu'utile, puisqu'il manquerait de sensibilité, de précision. Il pourrait, d'ailleurs, être complétement paralysé en certaines circonstances par le limon que tiennent fréquemment en suspension les eaux des rivières avec lesquelles on alimente ces chaudières, et il inspirerait alors au conducteur de la machine une trompeuse sécurité.

Les tubes indicateurs en verre sont exempts de ces inconvénients. Les fluctuations de l'eau de la chaudière n'y sont point une cause d'erreur grave, parce qu'ils accusent toujours le niveau moyen de l'eau dans la chaudière. L'ordonnance exige que chaque chaudière soit munie de deux tubes de ce genre, un sur chaque flanc, et en vue du chauffeur. Il sera utile que les robinets adaptés aux tubulures qui porteront ces tubes indicateurs puissent être fermés par le mécanicien au moyen d'un levier assez long pour que, en cas de bris accidentel du tube, la fermeture de ces robinets puisse avoir lieu immédiatement, sans qu'on soit exposé à être brûlé par l'eau chaude et la vapeur. La chaudière devra de plus être pourvue d'un flotteur ordinaire ou de robinets indicateurs.

On a examiné la question de savoir s'il conviendrait de prescrire certaines conditions de forme ou de dimension pour les chaudières à tubes intérieurs, placées à bord des bateaux. On a considéré qu'il ne serait pas possible d'établir à cet égard des règles absolues, applicables à toutes les circonstances; que les dangers d'explosion ne sont pas nécessairement attachés à tel ou tel système de construction, et qu'ils peuvent être évités au moyen de précautions particulières; mais qui varient elles-mêmes suivant la disposition des appareils.

L'ordonnance interdit, comme le faisaient les anciens règlements, l'emploi des chaudières en fonte sur les bateaux, qui seraient là extrêmement dangereuses, et dont on ne fait même plus que rarement usage sur terre.

Quant aux autres chaudières, elle se borne à prescrire d'augmenter les épaisseurs de la tôle, et d'adapter des armatures suffisantes, lorsque ces chaudières sont formées, en partie ou en totalité, de faces planes ou de conduits intérieurs servant de foyers ou à la circulation de la flamme.

Du reste, si la commission de surveillance, en examinant un appareil, reconnaissait qu'il offre des inconvénients ou dangers, à raison de son mode de construction ou de sa forme; que, par exemple, le nettoiement y est impossible ou très-difficile, ou que le dégagement de la vapeur des espaces chauffés directement par le foyer ou les gaz très-chauds doit rencontrer des obstacles accidentels, elle ne devrait pas hésiter à proposer au préfet, qui en référerait au ministre des travaux publics, de refuser l'autorisation, ou du moins de subordonner le permis à la condition que cet appareil recevrait les modifications jugées nécessaires.

A cette occasion, je ferai remarquer que les motifs qui ont fait réduire au double de la pression effective l'épreuve des chaudières tubulaires des locomobiles ou des locomotives, et que j'ai rappelés dans la circulaire du 24 de ce mois, ne s'appliquent point aux chaudières à tubes intérieurs, placées sur les bateaux. Les tubes de ces dernières chaudières ont un beaucoup plus grand diamètre, de sorte que leur écrasement et leur rupture sont beaucoup plus à craindre. Mais quand ces chaudières sont bien construites, elles peuvent parfaitement subir, sans être altérées, une pression d'épreuve triple de la pression effective, et cette épreuve est indispensable pour qu'on puisse s'assurer de leur solidité.

Enfin, l'ordonnance exige que lorsque plusieurs chaudières sont installées sur un même bateau, elles soient alimentées séparément, et qu'elles ne communiquent entre elles que par les espaces occupés par la vapeur. Si les communications étaient établies entre les espaces remplis d'eau, il pourrait arriver que, par suite d'une légère différence entre les pressions de la vapeur, l'une des chaudières se vidât en grande partie dans les autres.

L'emplacement des appareils moteurs doit être disposé de manière à ce qu'on puisse aisément les visiter, et que le service soit facile. Il faut qu'il se trouve isolé des salles des passagers par des cloisons revêtues en feuilles de tôle, et suffisamment épaisses pour empêcher, en cas de déchirure de la chaudière, l'eau chaude et la vapeur de se répandre dans les salles. Il convient aussi de prescrire dans le permis les précautions propres à prévenir les chances d'incendie à bord.

Les quatre derniers titres contiennent, relativement à l'installation, aux équipages des bateaux, à la surveillance, des dispositions sur lesquelles j'appelle votre attention et celle des commissions. Plusieurs de ces mesures avaient déjà été indiquées dans l'instruction ministérielle du 15 septembre 1839. Elles sont fort importantes pour la sûreté publique.

Dans chaque département, il appartient au préfet de fixer les heures de départ entre les diverses entreprises qui seraient en concurrence, afin d'éviter les fâcheux effets qui résulteraient de la rivalité; de déterminer les conditions de solidité et de stabilité des batelets destinés aux embarquements ou débarquements, et même d'en interdire l'usage sur les points où ils seraient dangereux; en un mot, de prendre toutes les mesures locales qui peuvent intéresser la sûreté de la navigation. Quant aux mariniers chargés de la conduite de ces batelets, ils doivent remplir les conditions exigées par l'article 47 de la loi du 6 frimaire an VII (1).

Tout bateau à vapeur est soumis à l'inspection des commissions établies sur la ligne qu'il parcourt, et les propriétaires et les gens de l'équipage sont tenus de se conformer à toutes les mesures d'ordre et de police prescrites sur cette même ligne. Lorsque plusieurs départe-

---

(1) Article 47 de la loi du 6 frimaire an VII, relative au régime, à la police et à l'administration des bacs et bateaux sur les fleuves, rivières et canaux navigables : « *Les adjudicataires ne pourront se servir que de gens de rivière, ou mariniers reconnus capables de conduire sur les fleuves, rivières et canaux : à cet effet, les employés devront, avant que d'entrer en exercice, être munis de certificats des commissaires civils de la marine, dans les lieux où ces sortes d'emplois sont établis, ou de l'attestation de quatre anciens mariniers conducteurs, donnée devant l'administration municipale, dans les autres lieux.* »

ments sont ainsi traversés par des bateaux à vapeur, il est indispensable que les préfets se concertent entre eux pour l'application de ces mesures, et qu'ils se donnent respectivement avis des arrêtés qu'ils ont pris.

L'article 50 dispose que nul ne pourra être employé comme capitaine ou mécanicien sur un bateau à vapeur s'il n'est porteur de certificats de capacité. Les conditions à exiger résultent des fonctions mêmes que ces personnes ont à remplir.

L'ordonnance désigne par le titre de capitaine, le chef de l'équipage, c'est-à-dire celui qui dirige la marche du bateau et commande aux matelots ou mariniers. Il est nécessaire qu'à l'instruction spéciale que ses fonctions requièrent, il joigne une connaissance exacte de la rivière sur laquelle navigue le bateau.

Dans les cas où la navigation aurait lieu à l'embouchure d'un fleuve, et où le bateau serait exposé à être poussé fortuitement à la mer, le capitaine doit satisfaire aux conditions exigées des pilotes lamaneurs (1) ou des maîtres au cabotage (2).

Quant au mécanicien, il faut qu'il ait déjà acquis, par un certain temps de service en qualité de chauffeur, d'aide ou d'apprenti mécanicien, l'expérience et l'habitude nécessaires pour la conduite prompte et sûre d'une machine à vapeur; qu'il connaisse toutes les parties qui entrent dans la composition de cette machine et le rôle de chacune d'elles; qu'il ait surtout une connaissance exacte des diverses pièces de l'appareil alimentaire et des autres appareils de sûreté; qu'il soit capable d'entretenir la machine en bon état; qu'il puisse, par exemple, re-

(1) Nul ne peut être reçu pilote lamaneur ou locman, s'il n'a satisfait à un examen sur la manœuvre, la connaissance des marées, des bancs, courants, écueils et autres empêchements qui peuvent rendre difficiles l'entrée et la sortie des rivières, ports et havres du lieu de son établissement. (Décret du 12 décembre 1806, art. 2.)

(2) L'examen que les maîtres au cabotage sont tenus de subir aux termes de l'ordonnance du 7 août 1825, art 24, doit porter, en ce qui concerne la pratique : sur le gréement, la manœuvre des bâtiments ou des embarcations, les sondes, la connaissance des fonds, le gisement des terres et écueils, les courants et les marées dans les limites assignées pour la navigation du cabotage; en ce qui concerne la théorie : sur l'usage de la boussole et de la carte, l'usage des instruments nautiques, la pratique des calculs.

faire ou réparer un joint qui viendrait à perdre, remettre en ordre une soupape ou un tiroir dérangés, remplacer une pièce de rechange ; en un mot, qu'il soit capable de démonter et de remonter la machine pièce à pièce, sinon de forger et ajuster lui-même les pièces qui la composent. Il faut aussi qu'il sache bien quelles sont les précautions à prendre pour la conduite du feu et de la chaudière pendant la marche, et les précautions particulières à observer au moment du départ ou de l'arrivée et pendant les stationnements.

Les propriétaires ou chefs d'entreprises devront désigner au préfet les individus qu'ils veulent employer comme capitaines ou mécaniciens. Le préfet chargera, soit la commission de surveillance, soit toutes autres personnes à ce compétentes, de les examiner conformément aux programmes qui précèdent, à moins qu'ils ne soient déjà porteurs de certificats auxquels il juge que toute confiance doive être donnée, et qui témoignent que ces conditions sont remplies. Dans tous les cas, les candidats pour les emplois dont il s'agit ne pourront servir sur les bateaux à vapeur qu'autant que ces certificats, ou ceux qui leur auront été délivrés d'après l'examen spécial dont il vient d'être fait mention, seront revêtus du visa du préfet. Les capitaines ou les mécaniciens porteurs de ces certificats pourront servir sur tout autre bateau que celui où ils auront été d'abord employés, à la charge seulement de faire viser lesdits certificats par le préfet du département où existera le siége de la nouvelle entreprise ; sans préjudice, d'ailleurs, de l'examen particulier qui pourrait être jugé nécessaire, à l'égard des capitaines, en ce qui concerne la connaissance de la rivière où ils doivent naviguer.

Indépendamment des certificats de capacité dont il est parlé ci-dessus, les capitaines et mécaniciens devront produire des certificats constatant qu'ils sont sobres, d'une conduite régulière, de bonnes vie et mœurs. Ces derniers seront, comme les précédents, soumis au visa du préfet.

Les propriétaires de bateaux actuellement autorisés devront se pourvoir dans un délai de trois mois, à dater de la promulgation de l'ordonnance, pour obtenir de nouveaux permis. Je vous invite, monsieur le préfet, à tenir la main à l'exécution de cette disposition.

Un système complet de dispositions répressives, appro-

priées à cette matière, pourra être ultérieurement établi par une loi spéciale. Mais, dès ce moment, et dans le cas où, par suite d'une infraction au règlement, la vie des hommes serait compromise, le préfet aurait le droit de suspendre, ou même de révoquer le permis de navigation. (*Art.* 74 et 75 *de l'ordonnance.*)

Sans doute on ne doit user qu'avec ménagement de ces mesures rigoureuses; mais les intérêts de la sûreté publique font un devoir d'y recourir, lorsqu'il s'agit de contraventions qui pourraient entraîner de grands malheurs, si elles n'étaient promptement réprimées.

Pareillement, l'autorité locale aurait le droit de suspendre la marche d'un bateau, s'il était survenu, pendant une traversée, des avaries de nature à mettre en péril la vie des passagers Mais elle devrait dans ce cas en avertir immédiatement le préfet. (*Art.* 78.)

Les dispositions prescrites par l'ordonnance du 23 mai auront pour résultat, il est permis de l'espérer, de prévenir les malheurs auxquels la navigation à vapeur serait exposée, si on ne la soumettait à aucune précaution. Une surveillance assidue doit concourir efficacement à ce résultat. Les commissions spéciales chargées de l'exercice de cette surveillance continueront à porter ici le zèle et le dévouement dont elles ont déjà donné tant de preuves, et qui sont des titres réels à la reconnaissance publique.

Il est bien essentiel qu'elles visitent fréquemment les bateaux, au moins une fois tous les trois mois; qu'elles s'assurent si les conditions de sûreté sont exactement observées, et qu'elles provoquent la réparation ou le remplacement des pièces qui se trouveraient détériorées. Si un accident arrive, elles doivent se transporter immédiatement sur les lieux pour en rechercher la cause, constater l'état du bateau et de l'appareil moteur, et elles consignent ces renseignements dans leur rapport. Enfin, il leur appartient de proposer aux préfets toutes les mesures particulières dont elles reconnaîtraient l'utilité.

Je joins à cette circulaire une instruction spéciale sur les précautions les plus habituelles à observer dans l'emploi des machines et chaudières établies sur les bateaux. Elle devra être, aux termes de l'article 82 de la nouvelle ordonnance, affichée dans l'emplacement de ces machines

et chaudières. Je vous en adresse un exemplaire en placard.

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont je vous transmets des expéditions pour les membres de la commission de surveillance instituée dans votre département.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

J.-B. TESTE.

Bateaux à vapeur.

Instruction du 25 juillet 1843, sur les mesures de précaution habituelles à observer dans l'emploi des appareils à vapeur placés à bord des bateaux qui naviguent sur les fleuves et rivières.

§ Ier. Observations générales.

Le propriétaire d'un bateau à vapeur doit attacher la plus grande importance au choix du capitaine et du mécanicien qui seront chargés de la conduite du bateau et de celle de l'appareil moteur.

Le capitaine doit posséder une connaissance exacte de la rivière sur laquelle navigue le bateau.

Le mécanicien doit connaître toutes les pièces de la machine à vapeur, les appareils de sûreté dont la chaudière est pourvue, l'usage de chacun de ces appareils; il doit être capable de conduire la machine avec habileté, et d'exécuter avec promptitude les manœuvres ordonnées par le capitaine; il doit entretenir la machine en bon état, savoir quelles sont les précautions à prendre au départ, à l'arrivée du bateau, pendant les escales, et en cas d'accident durant la marche.

Le capitaine et le mécanicien doivent être sobres, prudents, attentifs, exempts de tout défaut qui pourrait troubler ou détourner leur attention pendant le travail, et leur faire perdre de vue que la sûreté du bateau et la vie des passagers sont sous leur sauve-garde.

§ 2° Visite et nettoyage de la chaudière et de la machine dans l'intervalle des voyages.

Après chaque voyage, le mécanicien doit visiter minutieusement dans toutes leurs parties la chaudière et la machine. Il vide la chaudière et la nettoie, toutes les fois que cela est nécessaire, afin que les sédiments ne s'accumulent pas dans son intérieur et n'y forment pas des dépôts endurcis et incrustants, qui adhéreraient aux parois. Il vérifie si les soupapes, le manomètre, les indicateurs du niveau de l'eau, les pompes alimentaires, sont en bon état. Il nettoie et fourbit la machine, visite les pièces mobiles, telles que tiroirs, soupapes, pistons; resserre ou refait les garnitures des pistons et tiroirs; enfin remet en ordre, fait remplacer ou réparer, au besoin, toutes les parties de l'appareil à vapeur qui sont dérangées ou détériorées.

Si le mécanicien reconnaissait qu'une chaudière, en raison de sa forme, ne peut être visitée et nettoyée complétement, et que des sédiments vaseux ou incrustants peuvent se loger et s'accumuler sur quelques points, il en avertirait le propriétaire du bateau.

§ 3°. De la mise en feu et du départ.

Le mécanicien se rendra à bord, assez tôt avant l'heure du départ, pour présider à la mise en feu. Il s'assurera de nouveau si les soupapes, le manomètre et les indicateurs du niveau de l'eau sont en ordre. Avant de faire allumer les feux, il veillera à ce que les chaudières soient remplies d'eau jusqu'au niveau de la *ligne d'eau* tracée sur le corps des chaudières ou les parements des fourneaux. Lors du départ, il mettra la machine en jeu, sur l'ordre du capitaine, et la manœuvrera lui-même, jusqu'à ce que le bateau soit en pleine rivière et ait pris sa marche ordinaire.

§ 4°. Des devoirs du mécanicien pendant la marche.

Pendant la marche, le mécanicien, lorsqu'il ne conduit pas lui-même la machine, ne doit cependant quitter le local de l'appareil moteur que pendant de courts intervalles; il doit constamment surveiller la conduite et les

manœuvres des chauffeurs ou aides qui sont sous ses ordres.

Il doit conduire lui-même la machine lorsque le bateau s'arrête pour prendre ou débarquer des passagers ou des marchandises transportés sur des batelets.

S'il arrive que le bateau s'engage dans un banc de sable, le mécanicien fera fonctionner la machine, avec les plus grandes précautions, dans le sens indiqué par le capitaine, et se gardera bien de surcharger les soupapes pour augmenter la tension de la vapeur. Un bateau fortement engravé ne peut pas être dégagé par la machine. L'équipage doit agir avec des gaffes qui s'appuient sur le fond de la rivière, et, quand ce moyen ne suffit pas, il faut alléger le bateau et recourir à des chevaux de halage ou à un bateau remorqueur. Pendant que le bateau est ainsi arrêté, le mécanicien doit ralentir l'activité du feu, ouvrir une issue à la vapeur par une des soupapes, alimenter la chaudière, et se conduire en tout comme il sera dit ci-après, en parlant des stationnements du bateau.

Si la force de la machine est insuffisante pour remonter un courant trop rapide, le mécanicien ne doit pas forcer la tension de la vapeur pour surmonter l'obstacle qu'il rencontre ; il ne doit pas non plus forcer la tension pour gagner de vitesse un autre bateau.

Le mécanicien vérifiera très-fréquemment la situation du niveau de l'eau dans chacun des tubes indicateurs en verre qui sont placés aux deux côtés de la face antérieure de la chaudière. S'il s'apercevait que le bateau a pris une position assez inclinée pour que les parois des carneaux ou conduits de la flamme et de la fumée situés sur un des côtés, fussent relevées au-dessus de la surface de l'eau dans l'intérieur de la chaudière, il préviendrait immédiatement le capitaine qui devrait faire redresser le bateau, soit en déplaçant une partie du chargement, soit en invitant les passagers à se transporter sur le côté du bateau qui est relevé.

S'il venait à reconnaître que le niveau moyen de l'eau dans la chaudière est descendu par une circonstance fortuite au-dessous de la partie supérieure des carneaux ou conduits de la flamme et de la fumée ; il ouvrirait immédiatement les portes du foyer, pour ralentir la combustion et faire tomber la flamme ; il se garderait de soule-

ver les soupapes de sûreté, préviendrait le capitaine et laisserait les portes du foyer ouvertes, sans charger du combustible frais sur la grille, jusqu'à ce que l'alimentation eût ramené le niveau de l'eau, dans l'intérieur de la chaudière, à sa hauteur habituelle.

Le mécanicien doit inscrire, d'heure en heure, sur le registre à ce destiné :

1° La hauteur du manomètre ;

2° La hauteur de l'eau dans la chaudière, relativement à la *ligne d'eau ;*

3° Le lieu où se trouve le bateau.

Il signe, à la fin de chaque voyage, ces indications, dont il certifie l'exactitude.

§ 5e. Des stations ou escales.

Aux approches des points de stationnement, le mécanicien doit prendre lui-même la conduite de la machine.

Aussitôt qu'elle cesse de fonctionner, il doit ouvrir les portes du foyer pour ralentir l'activité de la combustion ; si la tension de la vapeur dans la chaudière approche de la limite qu'elle ne doit pas dépasser, et qui est accusée par le manomètre ou par le soulèvement des soupapes, il ouvrira l'une des soupapes, et la tiendra soulevée, pour donner à la vapeur une libre issue, jusqu'à ce que la tension de la vapeur, accusée par le manomètre, soit descendue fort au-dessous de sa limite supérieure ; il fera en même temps alimenter la chaudière, au moyen de la pompe auxiliaire, mue par une petite machine particulière ou manœuvrée à bras, afin que la chaudière soit remplie d'eau jusqu'à la hauteur de la ligne d'eau tracée extérieurement sur le massif du fourneau ; il vérifiera, par l'inspection du niveau de l'eau, dans les deux tubes indicateurs en verre, si le bateau est droit dans le sens transversal, et, dans le cas où il serait assez fortement incliné d'un côté pour que l'eau laissât un des carneaux au-dessus de son niveau, il fera prévenir le capitaine.

Quelques instants avant le départ, il fermera la soupape quand elle sera restée ouverte, poussera le feu pour faire monter la tension de la vapeur, disposera tout pour être prêt à manœuvrer, et mettra enfin la machine en jeu, sur l'ordre donné par le capitaine.

§ 6e De l'arrivée.

En approchant du point d'arrivée du bateau, le mécanicien prendra lui-même la conduite de la machine.

Après l'arrivée au port, il présidera au nettoyage des grilles et à l'extinction des feux. Avant de quitter le local de la machine, il s'assurera que les feux sont bien éteints, qu'il n'existe aucun danger d'incendie et que tout est parfaitement en ordre dans ce local.

Paris, le 25 juillet 1843.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

J.-B. TESTE.

Paris, le 20 septembre 1843.

Exploitation du minerai de fer dans les bois communaux.

Monsieur le Préfet, la loi de finances du 25 juin 1841 porte, article 5, que, pour indemniser l'État des frais d'administration des bois des communes et des établissements publics, il sera perçu au profit du trésor, sur les produits tant principaux qu'accessoires desdits bois, cinq centimes par franc en sus du prix principal d'adjudication ou cession, ou le vingtième de leur valeur, quand les produits seront délivrés en nature.

Le département des finances a demandé que, pour l'application de ces dispositions en ce qui concerne les extractions de minerai dans les bois communaux, il fût inséré à l'avenir dans les actes d'autorisation une clause portant que les permissionnaires payeront au trésor une indemnité représentant le vingtième de la somme allouée à la commune pour le prix du minerai.

Le prélèvement dont il s'agit doit venir en déduction de ce qui est payé à la commune pour la valeur du minerai. C'est, en effet, exclusivement aux communes à supporter cette contribution, puisqu'elle est uniquement imposée en raison des frais de gestion et de surveillance de leurs bois. Elle ne constitue point, d'ailleurs, une charge nouvelle. Cette taxe existait déjà sous une autre forme avant la loi de 1841.

Anciennement, les frais d'administration des bois des

communes et des établissements publics étaient payés au trésor sous le titre de vacations forestières.

Plus tard, l'article 106 du Code forestier disposa que, pour indemniser le gouvernement de ces frais, il serait ajouté annuellement à la contribution foncière établie sur ces bois une somme équivalente auxdites dépenses.

Cette contribution, de même que les anciennes vacations forestières, atteignait le revenu des bois dans son ensemble. Il n'y avait pas lieu, dès lors, tant qu'elle est restée en vigueur, d'exiger un droit quelconque sur le minerai en particulier.

L'article 5 de la loi du 25 juin 1841 ayant remplacé l'article 106 du Code forestier en frappant tous les produits, tant principaux qu'accessoires des bois communaux, d'un prélèvement de 5 centimes par franc, on conçoit que toutes les extractions dans ces terrains se trouvent maintenant passibles de cette perception, en tant qu'on les considère comme des produits accessoires du sol.

Mais, à cet égard, rien n'est réellement changé dans ce qui se pratiquait autrefois; seulement le prélèvement en question, au lieu de frapper comme par le passé sur l'ensemble du revenu des bois, se trouve actuellement réparti sur chaque sorte de produits provenant des diverses extractions qui s'y opèrent. Ce n'est, en définitive qu'un mode de perception qui est remplacé par un autre.

On ne pourrait donc s'autoriser de cette mesure pour augmenter le prix du minerai.

La loi du 21 avril 1810 a déterminé les charges auxquelles seraient assujettis les maîtres de forges. Aux termes des articles 65 et 66, lorsqu'ils achètent le minerai au propriétaire du sol, ou lorsqu'ils l'exploitent eux-mêmes, le prix doit être fixé de gré à gré ou par des experts choisis ou nommés d'office. Ces mêmes articles ont expressément réglé de quelle manière les experts auraient à procéder dans leurs estimations : *ils doivent avoir égard à la situation des lieux, à la valeur du minerai, aux frais de l'extraction, aux dommages qu'elle a occasionnés*. Enfin, d'après l'article 67, lorsqu'il s'agit d'une extraction dans les bois de l'État, d'une commune ou d'un établissement public, les exploitants sont tenus, en outre, de *repiquer en glands ou plants les places en-*

dommagées, ou une autre étendue proportionnelle déterminée par la permission.

Les expertises doivent continuer à être faites conformément à ces bases. Aucune autre charge que celles que la loi de 1810 a prévues ne doit être imposée aux maîtres de forges. Elle a eu précisément en vue, dans les règles spéciales qu'elle a établies pour ces exploitations, de maintenir à un taux convenable le minerai de fer, afin que les produits des usines pussent être obtenus à des prix modérés. Cette loi a fait une part équitable aux droits des propriétaires et aux intérêts des exploitants. Aujourd'hui surtout que la production du fer en France est appelée à prendre un grand développement, il importe extrêmement au pays que rien ne nuise à son essor.

Je vous prie, Monsieur le Préfet, de m'accuser réception de la présente, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des mines.

Agréez, Monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

Paris, le 8 octobre 1843.

Envoi de formules imprimées pour les clauses générales et spéciales concernant les concessions de mines.

Monsieur le préfet, les projets d'ordonnances et de cahiers de charges préparés par MM. les ingénieurs et proposés par MM. les préfets, pour des concessions de mines, offrent souvent des différences notables dans les dispositions dont ils se composent et dans le texte de leur rédaction, quoique s'appliquant aux mêmes circonstances. Il m'a paru utile de mettre de l'uniformité dans cette partie de l'administration.

Il est indispensable que tout concessionnaire soit soumis, dans l'intérêt public et pour la conservation des hommes et des choses, à des obligations *générales* dont l'énoncé, par conséquent, doit se trouver dans tous les actes de concession. Il importe également de trouver dans ces actes les conditions spéciales, qui varient selon la nature du gîte et selon les faits qui ont précédé ou qui doivent suivre la concession; mais, bien que *variables*,

ces dernières conditions s'appliquent à un assez petit nombre de cas qui sont connus ; il est possible de les rédiger à l'avance d'après un type convenu.

Après avoir consulté le conseil général des mines, j'ai arrêté les modèles dont j'ai l'honneur de vous transmettre un exemplaire imprimé.

Pour leur rédaction, on a comparé les différents actes intervenus depuis la législation de 1810 ; on a recueilli tout ce qui a été réglé en chaque occasion. Ce travail, qui reproduit les clauses adoptées par le conseil d'État dans les affaires de cette nature, offre ainsi le résumé de ce que la pratique a appris, de ce que la jurisprudence a consacré.

Le modèle relatif aux projets d'ordonnances indique non-seulement les dispositions générales, mais encore les dispositions spéciales à insérer suivant la situation des choses. Il en est de même pour les cahiers de charges, qui sont arrêtés par le ministre et annexés aux ordonnances comme en faisant partie essentielle.

Ainsi MM. les ingénieurs auront désormais un guide pour les projets qu'ils ont à fournir. Les dispositions générales et les dispositions spéciales énoncées dans les modèles ci-joints sont clairement distinguées. Les premières devront être portées dans tous les projets d'ordonnances et de cahiers de charges ; les autres y seront ajoutées lorsqu'il y aura lieu, et on suivra, pour la série des articles, l'ordre indiqué dans ces modèles.

Comme, malgré l'attention apportée dans ce travail, il serait possible que la diversité des affaires offrît des circonstances qui n'auraient pas été prévues, on y suppléera, dans l'occurrence, en proposant les clauses nouvelles qui paraîtraient devoir être ajoutées, soit dans l'ordonnance, soit dans le cahier des charges de la concession qu'il s'agira d'instituer.

La mesure que j'ai adoptée aura, entre autres avantages, celui d'abréger le travail et de le rendre plus facile. Toutes les dispositions qui tendent à simplifier l'administration et à lui imprimer une marche plus rapide doivent fixer particulièrement notre attention, et nous ne devons rien négliger pour obtenir un résultat aussi important.

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser récep-

tion de la présente circulaire, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des mines.

Agréez la nouvelle assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé J.-B. TESTE.

MODÈLE DES CLAUSES

A INSÉRER DANS LES PROJETS D'ORDONNANCES DE CONCESSION DE MINES (1).

Art. A. Il est fait concession au sieur.................. des mines de................. comprises dans les limites ci-après définies, commune de.................... arrondissement de.................. département de...................

Art. B. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de*.................... est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de......... kilomètres carrés........... hectares.

Pour les concessions de mines de fer.

Art. B¹. La présente concession est faite sous toutes réserves des droits qui résultent, pour les propriétaires de la surface, des articles 59 à 69 de la loi du 21 avril 1810, tant à l'égard des minerais de fer dits *d'alluvion*, que relativement aux minerais en filons ou en couches qui seraient situés près de la surface, et susceptibles d'être exploités à ciel ouvert, pourvu que ce mode d'exploitation ne rende pas impossible l'exploitation ultérieure, par travaux souterrains, des minerais situés dans la profondeur.

Sont pareillement réservés tous les droits résultant, pour les propriétaires de la surface, de l'article 70 de la même loi, à raison des exploitations qui auraient été

---

(1) Les clauses générales sont indiquées par les lettres A, B, C, etc.; les clauses spéciales par les mêmes lettres, avec un chiffre placé à la droite comme exposant.

faites au profit de ces propriétaires antérieurement à la concession.

En cas de contestation entre les propriétaires du sol et le concessionnaire, sur la question de savoir si un gîte de minerai doit ou non être exploité à ciel ouvert, ou si ce genre d'exploitation, déjà entrepris, doit cesser, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, sauf le recours au ministre des travaux publics.

Art. C. Il n'est rien préjugé sur l'exploitation des gîtes de tout minerai étranger a.................. (1) qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de................. La concession de ces gîtes de minerai sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit au concessionnaire des mines d.................., soit à une autre personne. Les cahiers des charges des deux concessions régleront, dans ce dernier cas, les rapports des deux concessionnaires entre eux pour la conservation de leurs droits mutuels et pour la bonne exploitation des deux substances.

Art. D (2). Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à...

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Art. E (3). Le concessionnaire payera, en outre, aux propriétaires de la surface, les indemnités déterminées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour

---

(1) Quand il s'agit d'une mine de houille, à la suite des mots : *étranger à la houille*, on insère ceux-ci : *et spécialement du minerai de fer carbonaté-lithoïde.*

(2) Pour les concessions anciennes maintenues par l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, et qu'il s'agit seulement de délimiter, l'article D est supprimé ; dans l'article E, on supprime les mots *en outre*, et on ajoute à cet article E celui qui suit :

Art. . . Ils seront tenus en outre, conformément à l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre eux et les propriétaires du sol.

(3) Voir la note (2).

les dégâts et non jouissance de terrains occasionnés par l'exploitation des mines.

S'il y a un droit d'invention à payer.

Art. E^{1}. Le concessionnaire payera au sieur.......... en exécution de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810 et à titre d'indemnité pour l'invention de.......... la somme de..........

Art. F. En exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810, toutes les questions d'indemnités à payer par le concessionnaire, à raison de recherches ou travaux antérieurs à la présente ordonnance, seront décidées par le conseil de préfecture.

Art. G. Le concessionnaire payera à l'État, entre les mains du receveur de l'arrondissement de.......... les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et conformément à ce qui est déterminé par le décret du 6 mai 1811.

Art. H. Le concessionnaire se conformera exactement aux dispositions du cahier des charges annexé à la présente ordonnance, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. I. En exécution de l'ordonnance royale du 18 avril 1842, il devra élire un domicile administratif qu'il fera connaître par une déclaration adressée au préfet du département.

Cas où la concession est accordée à une société.

Art. I^{1}. La compagnie concessionnaire sera tenue, conformément à l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, celui de ses membres ou toute autre personne à qui elle aura donné les pouvoirs nécessaires pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative, et, en général, pour la représenter vis-à-vis de l'administration, tant en demandant qu'en défendant.

Elle devra, en outre, justifier, aux termes du même article 7, qu'il a été pourvu, par une convention spéciale, à ce que les travaux d'exploitation soient soumis à une direction unique et coordonnés dans un intérêt commun.

Faute par la compagnie d'avoir fait, dans le délai qui lui aura été assigné, la déclaration et la justification requises par le présent article, ou d'exécuter les clauses de

la convention qui auraient pour objet d'assurer l'unité de la concession, les dispositions dudit article 7 de la loi du 27 avril 1838 et celles des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810 pourront lui être appliquées.

Art. J (1). Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'administration des mines, en exécution des art. 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810, et du titre II du décret du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque à une autre personne par le concessionnaire. Ce cas arrivant, le nouveau propriétaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par la présente ordonnance et par le cahier des charges y annexé.

Dans le cas où la concession serait transmise à une société, celle-ci sera tenue de se conformer à ce qui est exigé par l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, sous peine de l'application, s'il y a lieu, des mesures prescrites par ce même article et des dispositions des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Art. K. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le préfet assignera au concessionnaire un délai de rigueur qui ne pourra excéder................ Faute par le concessionnaire de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, au ministre des travaux publics, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession, en exécution de l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et suivant les formes prescrites par l'article 6 de la même loi.

---

(1) Si la concession est accordée à une compagnie, on remplacera, dans le premier paragraphe de l'article J, les mots : *vient à être transmise d'une manière quelconque à une autre personne par le concessionnaire*, par ceux-ci : *vient à être transmise d'une manière quelconque à une seule personne ou à une autre société.* Et on remplacera les mots : *ce cas arrivant, le nouveau propriétaire de la concession sera tenu*, par ceux-ci : *ce cas arrivant, le nouveau ou les nouveaux propriétaires de la concession seront tenus*, etc.

En outre, on supprimera le deuxième paragraphe de l'article J.

en dix millimètres. Il y joindra un mémoire indiquant, avec détails, le mode d'exploitation qu'il se proposera de suivre. L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur les plans et coupes.

Cas où le concessionnaire est soumis à une redevance proportionnelle aux produits de l'extraction, en faveur des propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation a lieu.

Art. E[1]. Les plans et le mémoire fournis en exécution du précédent article contiendront le tracé et la déclaration des propriétés territoriales que le champ d'exploitation devra embrasser. Un extrait de la déclaration, rédigé par l'ingénieur des mines, sera affiché pendant un mois, à la porte des mairies, dans toutes les communes où s'étend la concession.

Art. F. Le préfet, sur le vu de ces pièces, et après avoir consulté les ingénieurs des mines, autorisera, s'il y a lieu, l'exécution du projet de travaux.

S'il est reconnu que ce projet peut occasionner quelques-uns des inconvénients ou dangers énoncés, tant dans le titre V de la loi du 21 avril 1810 que dans les titres II et III du décret du 3 janvier 1813; qu'il n'assure pas aux mines une exploitation régulière et durable; qu'il ne se coordonne pas convenablement avec la marche des exploitations voisines; enfin qu'il serait un obstacle aux travaux d'intérêt général que l'administration peut avoir ultérieurement à prescrire, le préfet n'en autorisera l'exécution qu'en y apportant les modifications convenables.

En cas de réclamation de la part du concessionnaire, il sera définitivement statué par le ministre des travaux publics.

Même cas que pour l'article E[1] ci-dessus.

Art. F[1]. Aussitôt que le concessionnaire portera l'extraction sous une propriété nouvelle, il sera tenu d'en prévenir le propriétaire du sol. Ce propriétaire pourra placer, à ses frais, sur la mine, un préposé pour vérifier la quotité des produits journaliers de l'exploitation.

Art. G. Il ne pourra être procédé à l'ouverture de puits ou galeries partant du jour, pour être mis en communication avec des travaux existants, sans une autorisation du préfet, accordée sur la demande du concessionnaire et sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. H. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation, il adressera au préfet un plan qui devra se rattacher au plan général de la conces-

sion, et un mémoire indiquant son projet de travaux; le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article E ci-dessus. Le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, approuvera ou modifiera ce projet, ainsi qu'il est dit à l'art. F.

Art. H[1]. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous ...., ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

Cas où les travaux doivent s'étendre sous une ville, sous des habitations ou des édifices.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. H[2]. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous............, ou à une distance de ses bords moindre de.......... mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les propriétaires et les ingénieurs d............ auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

Cas où les travaux sont situés dans le voisinage d'un canal, d'un bassin, d'un cours d'eau, d'une route ou d'un chemin de fer.

S'il est reconnu que l'autorisation peut être accordée, l'arrêté du préfet prescrira toutes les mesures de conservation et de sûreté qui seront jugées nécessaires.

Art. H[3]. Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture de travaux dans la forêt de................., avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater, au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Cas où les travaux doivent être ouverts dans une forêt domaniale ou communale.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Même cas que ci-dessus. *Art.* H[4]. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du code forestier.

Même cas que ci-dessus. *Art.* H[5]. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Art. I. Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre, de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents, et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par l'ingénieur des mines.

Art. J. Dans le cas où, soit par suite de circonstances imprévues, soit par le fait seul de l'approfondissement des mines, il deviendrait nécessaire de changer le mode d'exploitation qui aura été déterminé, conformément aux articles E et F ci-dessus, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition du concessionnaire ou sur le rapport des ingénieurs des mines, mais toujours après que le concessionnaire et les ingénieurs auront été entendus.

Art. K. Aucune portion des travaux souterrains ne pourra être abandonnée qu'en vertu d'un arrêté du préfet. La déclaration d'abandon devra être faite à la préfecture par le concessionnaire; un plan des travaux sera joint à ladite déclaration. L'arrêté du préfet, pris sur le

rapport de l'ingénieur des mines, prescrira, conformément aux articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813, les mesures de police, de sûreté et de conservation jugées nécessaires.

Les ouvertures au jour des puits ou galeries, qui deviendront inutiles, seront comblées ou bouchées par le concessionnaire ou à ses frais, suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines, et à la diligence des maires des communes, sur le territoire desquelles les ouvertures seront situées.

Cas où le concessionnaire est soumis à une redevance proportionnelle aux produits de l'extraction, en faveur des propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation a lieu.

Art. K[1]. La déclaration du concessionnaire contiendra la désignation des propriétés auxquelles correspondra le champ de travaux qu'il s'agira d'abandonner. Cette déclaration sera affichée, ainsi qu'il est dit à l'art. E[1] ci-dessus. La décision du préfet sera notifiée aux propriétaires intéressés, à la diligence de ce magistrat, et aux frais du concessionnaire.

Art. L. Le concessionnaire tiendra l'exploitation de ses mines en activité constante, et ne pourra la suspendre sans cause reconnue légitime par l'administration.

Art. M. Le concessionnaire devra exploiter de manière à pourvoir aux besoins des consommateurs et à ne compromettre ni la sûreté publique, ni celle des ouvriers, ni la conservation de la mine. Il se conformera, à cet effet, aux instructions qui lui seront données par l'administration et par les ingénieurs des mines, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

Art. N. Dans le cas prévu par l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, et généralement lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol et des habitations de la surface, le concessionnaire sera tenu d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, au garde-mines et au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Si le concessionnaire, sur la notification qui lui sera faite de l'arrêté que prendra le préfet pour faire cesser la cause de danger, n'obtempère pas à cet arrêté, il y sera

pourvu selon ce qui est prescrit par les articles 4 et 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. O. Le concessionnaire sera tenu de placer à l'orifice des puits, tant d'extraction que d'épuisement, des machines assez puissantes pour suffire aux besoins de la consommation, et pour assécher convenablement les travaux.

Ces machines devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

Pour les mines de houille, de lignite ou d'anthracite.

Art. O[1]. La houille menue et les matières susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportées au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Idem.

Art. O[2]. Le concessionnaire sera tenu de se conformer aux mesures qui seraient prescrites par l'administration pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz inflammable et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourraient à cet effet lui être imposées.

Pour les concessions de mines de fer.

Art. O[3] (1). En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira a ... usine.... d..........., qui s'approvisionnai....... sur des gîtes compris dans sa concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de ce.... usine...., au prix qui sera fixé par l'administration.

Idem.

Art. O[4]. Lorsque l'approvisionnement d... usine... ci-dessus désignée... aura été assuré, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi

---

(1) Pour les anciennes concessions maintenues par l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, et qu'il s'agit seulement de délimiter, les articles O3, O4, O5 devront être remplacés par l'article suivant :

Art. . . Le concessionnaire sera tenu de fournir aux usines qui auraient eu, antérieurement à l'ordonnance de délimitation, le droit de s'approvisionner de minerai de fer sur des exploitations comprises dans la concession, la quantité de minerai de fer qui sera fixée par l'administration, en se conformant aux anciens usages.

qu'il est indiqué en l'art. 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. O[5]. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi. *Idem.*

Art. O[6]. Dans le cas où l'exploitation du sel aurait lieu par dissolution, le concessionnaire sera tenu d'exécuter tous les travaux qui seront prescrits par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, à l'effet de déterminer la situation et l'étendue des excavations souterraines produites par l'action des eaux. Pour les concessions de mines de sel gemme qui peuvent être exploitées par dissolution.

S'il est reconnu que ce mode d'exploitation compromet la sûreté publique ou celle des habitations de la surface, il y sera pourvu par le préfet, selon ce qui est prescrit par l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810.

En cas de péril imminent, le préfet pourra ordonner, conformément à l'article 4 du décret du 3 janvier 1813, que son arrêté sera provisoirement exécuté.

Si le concessionnaire n'exécute pas les travaux prescrits, il sera procédé d'office, et à ses frais, à l'exécution de ses travaux, ainsi qu'il est dit aux articles 4 et 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. P. Conformément à l'article 14 de la loi du 21 avril 1810 et à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses mines qu'à une personne qui aura justifié de la capacité suffisante pour bien conduire les travaux. Il ne pourra employer, en qualité de maîtres mineurs ou de chefs d'ateliers souterrains, que des personnes qui auront travaillé au moins pendant trois ans dans les mines, comme les mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'école des mineurs de Saint-Etienne ou de l'école des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, ayant achevé leurs cours d'études et pourvus d'un brevet.

Aux termes de l'article 26 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire n'emploiera que des mineurs et ouvriers porteurs de livrets.

Art. Q. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, il tiendra constamment en ordre et à jour sur chaque mine :

1° Les plans et coupes des travaux souterrains, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre ;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il serait utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la qualité d..................., la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine, etc., etc.;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs;

4° Un registre d'extraction et de vente.

En exécution des articles 6, 27 et 28 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire communiquera ces plans et registres aux ingénieurs des mines, toutes les fois qu'ils lui en feront la demande.

Conformément aux articles 36 du décret du 18 novembre 1810 et 27 du décret du 6 mai 1811, le concessionnaire transmettra au préfet, dans la forme et aux époques qui lui seront indiquées, l'état de ses ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente et la déclaration du revenu net imposable de son exploitation.

Cas où le concessionnaire est soumis à une redevance proportionnelle aux produits de l'extraction, en faveur des propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation a lieu.

Art. Q[1]. Les plans et registres mentionnés en l'article précédent contiendront l'indication des propriétés territoriales sous lesquelles l'exploitation aura lieu.

Art. R. Le concessionnaire sera tenu, en exécution de l'article 15 du décret du 3 janvier 1813, d'entretenir sur son établissement, dans la proportion du nombre des ouvriers et de l'importance de l'exploitation, les médicaments et autres moyens de secours qui lui seront indiqués par le préfet.

Art. S. Dans le cas où il négligerait, soit d'adresser au préfet, dans les délais fixés, les plans dont il est question dans les articles E et I, soit de tenir sur ses exploitations le registre et le plan d'avancement journalier des travaux exigés par l'art. Q, soit enfin d'entretenir constamment sur ses mines les médicaments et autres moyens de secours, il y sera pourvu par le préfet, conformément aux dispositions de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Le préfet pourra également ordonner la levée d'office, et aux frais du concessionnaire, des plans dont l'inexactitude aura été constatée par les ingénieurs des mines.

Art. T. Faute par le concessionnaire d'adresser au préfet le projet d'exploitation exigé par l'article E, ou de se conformer dans ses travaux au mode d'exploitation qui aura été déterminé par le préfet, d'après l'article F, ses exploitations seront considérées comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810. En conséquence, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur des mines, la mine sera mise en surveillance spéciale, et il y sera placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mines ou tout autre préposé nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des travaux et de proposer telle mesure de police dont il reconnaîtra la nécessité.

Sur les propositions de cet agent et sur le rapport des ingénieurs des mines, le préfet ordonnera l'exécution des travaux jugés nécessaires à la sûreté publique ou à la conservation de la mine, et la suspension ou l'interdiction des ouvrages dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement au ministre des travaux publics.

Les frais auxquels donnera lieu l'application de ces dispositions seront réglés par le préfet, et recouvrés conformément à ce qui est prescrit par l'article 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Cas où la concession s'étend sur des terrains déjà concédés pour l'exploitation de mines d'une autre nature.

Art. T[1]. Le concessionnaire sera tenu de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation des mines de...................... par le concessionnaire de ces dernières mines, ou même le passage à travers ses propres travaux, s'il est reconnu nécessaire ; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts. En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces ouvertures, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, sauf le recours au ministre des travaux publics.

Même cas que ci-dessus.

Art. T[2]. Si l'exploitation des gîtes de..........., objet de la présente concession, fait connaître qu'ils s'approchent des gîtes de............, objet de la concession de.........., le concessionnaire ne pourra exploiter que la partie de ces gîtes où l'extraction sera reconnue n'offrir aucun inconvénient pour les mines de la concession de......., situées

dans le voisinage.........
sujet, il sera statué par ... tration ...
ticle ci-dessus, et le ... s, et même,
aux mesures qui se ... s travaux
dans l'intérêt de ... elle
stances.

Art. U. Si le ...
............se ...
du départem... établir des usi...
nieurs des ... traitement miné...
qu'un m... es, qu'après avoir obte...
la limit... , dans les formes détermin...
soient ... uivants de la loi du 21 avril 1810.
lieu ...
cial ... concessionnaire ne pourra établir de...
se ... ées (*à l'élaboration du sel gemme*, ou au tra...
l ... des *eaux salées*), qu'après avoir obtenu une per...
...sion à cet effet, dans les formes déterminées par les ar...
ticles 25 et suivants de l'ordonnance du 7 mars 1841.

Paris, le 13 décembre 1843.

...ments demandés par la société royale des antiquaires de France.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France me rappelle, par l'organe de son président, qu'à deux époques différentes l'administration a fait connaître à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines ...

---

(1) *Circulaires des* 20 *décembre* 1819 *et* 29 *janvier* 1833.

Paris, le 20 décembre 1819.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France s'occupe à recueillir, dans les monuments, les médailles, les objets d'art, les manuscrits, les dialectes, les usages, les traditions, tout ce qui peut guider et éclairer l'historien et le savant sur les temps anciens, et particulièrement sur ceux de la Gaule et sur les premiers siècles de notre monarchie.

Plusieurs de ses membres ont remarqué que MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et MM. les ingénieurs des mines faisaient quelquefois, dans le cours des travaux ou dans leurs tournées, des découvertes archéologiques qui pouvaient jeter un grand jour sur des points ignorés ou contestés. Ces découvertes n'étant point rapprochées, réunies et comparées à des documents

avec p ˋes monuments, des médailles,
arc ˋrits, des usages et des tra-
fo ce rapport, quelque in-

Monsieur, du soin de
s les renseignements
recueillir. Vous
cat vec lequel j'en
sent av
quaires m'a p
génieurs les servic x publics,
dre aux études historiques,
le sol de la France est remué e
main des ingénieurs, de précieuses occasions

.eme nature, deviennent presque toujours inutiles pour les
.ogrès de la science.

La société royale des antiquaires verrait avec un vif intérêt que MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et MM. les ingénieurs des mines voulussent bien constater les découvertes de ce genre qu'ils pourraient faire dans l'exercice de leurs fonctions; elle désirerait qu'ils en rendissent compte dans un rapport qu'ils adresseraient, soit au musée du département dans lequel les découvertes auraient été faites, soit à elle-même.

Je me persuade que vous vous empresserez de satisfaire à cette demande, lorsque vos travaux et vos tournées vous en offriront naturellement l'occasion. Je recevrai avec plaisir les rapporrs et les mémoires que vous rédigerez à ce sujet et que vous croirez devoir adresser à la société; je les lui ferai parvenir, après en avoir pris communication.

Je suis assuré que ceux d'entre vous qui feront quelques découvertes sauront, sans nuire au service public qui leur est confié, trouver quelques moments pour répondre aux vœux d'une société savante, au travail de laquelle ils seront jaloux de concourir.

Je vous serai obligé de m'accuser réception de la présente.

J'ai l'honneur d'être, monsieur, avec une considération très-distinguée, votre très-humble et très-obéissant serviteur.

Le conseiller d'État, directeur général
des ponts-et-chaussées et des mines,
Signé BECQUEY.

Paris, le 29 janvier 1833.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France a pour mission de recueillir tout ce qui peut éclairer l'historien et le savant sur les temps anciens, et particulièrement sur ceux de la

tenu de souffrir les travaux que l'administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais, et même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux; le tout, s'il y a lieu, moyennant indemnité, laquelle sera, selon les cas, réglée de gré à gré ou à dire d'experts, ou renvoyée au jugement du conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

Pour les mines métalliques et les mines de sels alumineux et vitrioliques.

Art. Z[1]. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Pour les mines de sel gemme, les sources et les puits d'eau salée.

Art. Z[2]. Le concessionnaire ne pourra établir des usines destinées (*à l'élaboration du sel gemme*, ou *au traitement des eaux salées*), qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 25 et suivants de l'ordonnance du 7 mars 1841.

Paris, le 13 décembre 1843.

Documents demandés par la société royale des antiquaires de France.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France me rappelle, par l'organe de son président, qu'à deux époques différentes l'administration a fait connaître à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines

---

(1) *Circulaires des* 20 *décembre* 1819 *et* 29 *janvier* 1833.

Paris, le 20 décembre 1819.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France s'occupe à recueillir, dans les monuments, les médailles, les objets d'art, les manuscrits, les dialectes, les usages, les traditions, tout ce qui peut guider et éclairer l'historien et le savant sur les temps anciens, et particulièrement sur ceux de la Gaule et sur les premiers siècles de notre monarchie.

Plusieurs de ses membres ont remarqué que MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et MM. les ingénieurs des mines faisaient quelquefois, dans le cours des travaux ou dans leurs tournées, des découvertes archéologiques qui pouvaient jeter un grand jour sur des points ignorés ou contestés. Ces découvertes n'étant point rapprochées, réunies et comparées à des documents

qu'elle les verrait avec plaisir communiquer à cette société les découvertes archéologiques dont la nature de leur service peut leur fournir d'assez fréquentes occasions.

L'appel de l'administration n'a pas été stérile, la société lui a dû plusieurs documents d'un grand intérêt, qu'elle s'est empressée d'admettre dans le recueil publié par ses soins. Cependant ces communications, dont elle se plait à reconnaître le prix, paraissent avoir cessé depuis 1839; la société royale des antiquaires m'a prié de rappeler de nouveau à MM. les ingénieurs les services signalés qu'ils sont à même de rendre aux études historiques; en ce moment surtout où le sol de la France est remué en tous sens par la main des ingénieurs, de précieuses occasions

---

de même nature, deviennent presque toujours inutiles pour les progrès de la science.

La société royale des antiquaires verrait avec un vif intérêt que MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et MM. les ingénieurs des mines voulussent bien constater les découvertes de ce genre qu'ils pourraient faire dans l'exercice de leurs fonctions; elle désirerait qu'ils en rendissent compte dans un rapport qu'ils adresseraient, soit au musée du département dans lequel les découvertes auraient été faites, soit à elle-même.

Je me persuade que vous vous empresserez de satisfaire à cette demande, lorsque vos travaux et vos tournées vous en offriront naturellement l'occasion. Je recevrai avec plaisir les rapporrs et les mémoires que vous rédigerez à ce sujet et que vous croirez devoir adresser à la société; je les lui ferai parvenir, après en avoir pris communication.

Je suis assuré que ceux d'entre vous qui feront quelques découvertes sauront, sans nuire au service public qui leur est confié, trouver quelques moments pour répondre aux vœux d'une société savante, au travail de laquelle ils seront jaloux de concourir.

Je vous serai obligé de m'accuser réception de la présente.

J'ai l'honneur d'être, monsieur, avec une considération très-distinguée, votre très-humble et très-obéissant serviteur.

Le conseiller d'État, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé BECQUEY.

Paris, le 29 janvier 1833.

Monsieur, la société royale des antiquaires de France a pour mission de recueillir tout ce qui peut éclairer l'historien et le savant sur les temps anciens, et particulièrement sur ceux de la

peuvent se présenter d'augmenter nos richesses archéologiques et d'éclaircir les questions non encore résolues ; je ne doute pas qu'ils ne s'empressent de mettre à profit ces occasions, et de concourir, sans négliger leur service, à l'œuvre véritablement nationale que la société des antiquaires poursuit avec une honorable persévérance.

Le domaine qu'embrassent ses explorations est des plus vastes. Sa mission, définie dans la circulaire du 29 janvier 1833, consiste à « recueillir tout ce qui peut éclairer » l'historien et le savant sur les temps anciens, et particulièrement sur ceux de la Gaule, ainsi que sur les premiers siècles de notre monarchie. Elle se livre donc à la

---

Gaule et sur les premiers siècles de notre monarchie. Elle se livre à la recherche et à l'examen des monuments, des médailles, des objets d'art, des manuscrits, des usages et des traditions qui présentent sous ce rapport quelque intérêt.

Plusieurs de ses membres ont remarqué que les travaux et les tournées de MM. les ingénieurs leur offraient souvent l'occasion de faire des découvertes archéologiques qui pouvaient jeter un grand jour sur des points ignorés ou contestés, mais qui, faute de se rattacher à un centre commun et d'être comparées à des documents de même nature, contribuaient peu, en général, aux progrès de la science.

Déjà l'un de mes prédécesseurs a invité MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et MM. les ingénieurs des mines à rendre compte des découvertes de ce genre qu'ils pourraient faire dans l'exercice de leurs fonctions, et les a autorisés à correspondre sous son contre-seing, avec la société. Cet appel a été entendu; il a valu à la société des mémoires très-intéressants qu'elle s'est empressée d'admettre dans sa collection ; quelques ingénieurs figurent maintenant parmi ses membres.

La société m'engage à faire connaître à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines qu'elle attache beaucoup de prix à la continuation de leurs recherches, et aux relations qu'ils voudront bien entretenir avec elle. Je recevrai moi-même avec plaisir les mémoires que vous jugerez à propos de lui adresser ; je les lui ferai passer après en avoir pris communication.

Je ne doute pas, monsieur, que vous ne trouviez, dans l'occasion, les moyens de répondre au vœu de cette savante compagnie, sans négliger le service public qui vous est confié, et que vous ne vous montriez empressé de concourir à une œuvre véritablement nationale.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'État, chargé de l'administration des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

» recherche et à l'examen des monuments, des médailles,
» des objets d'art, des manuscrits, des usages et des tra-
» ditions qui présentent, sous ce rapport, quelque in-
» térêt. »

Je me chargerai bien volontiers, Monsieur, du soin de transmettre à la société des antiquaires les renseignements que vous pourrez être dans le cas de recueillir. Vous pouvez compter d'avance sur l'intérêt avec lequel j'en prendrai moi-même communication.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 6 *novembre* 1843, — M. Poirier Saint-Brice, ingénieur en chef des mines, est admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Par arrêté de M. le ministre des travaux publics, du 10 *juillet* 1843, — M. Ville, élève-ingénieur des mines hors de concours, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Carcassonne, en remplacement de M. François, ingénieur ordinaire, mis temporairement à la disposition du département de l'agriculture et du commerce.

Par arrêté du ministre, du 30 *octobre* 1843, — M. Dupont, aspirant-ingénieur des mines, actuellement chargé du service du département de l'Ariége, est appelé à remplacer M. Garella, ingénieur ordinaire, dans le service du sous-arrondissement de Montpellier ; — le service du département de l'Ariége est provisoirement confié à M. l'ingénieur du sous-arrondissement de Toulouse.

Par arrêté du ministre, du 13 *novembre* 1843, — M. Descottes, aspirant-ingénieur des mines, est chargé du service du sous-arrondissement de Tours, en remplacement de M. Sagey, ingénieur ordinaire, qui est suspendu de ses fonctions.

Par arrêté du ministre, du 4 *décembre* 1843, — M. Parrot, ingénieur des mines en disponibilité, est appelé à remplacer M. Poirier Saint-Brice, ingénieur en chef admis à la retraite, dans le service de l'arrondissement composé des départements de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne et du Loiret, et dont le chef-lieu est à Orléans ; — il est chargé, en même temps, de remplir les fonctions d'ingénieur ordinaire pour le département du Loiret.

Par arrêté du ministre, du 4 *décembre* 1843, — M. Lechâtelier, ingénieur des mines chargé du sous-arrondissement minéralogique et des carrières de la division du sud, dans le département de la Seine, est attaché, sous les ordres de M. l'ingénieur en chef Bineau, au service central de la partie métallurgique et de l'exploitation des chemins de fer.

Par arrêté du ministre, du 4 décembre 1843, — M. Sentis, ingénieur ordinaire des mines, est appelé à remplacer M. Lechâtelier dans le service minéralogique et des carrières du département de la Seine; — le service du sous-arrondissement de Beauvais, que quitte M. Sentis, est confié à M. Piérard, aspirant-ingénieur; — M. de Hennezel, ingénieur ordinaire en disponibilité, est chargé du service du sous-arrondissement du Mans, en remplacement de M. Piérard.

Par arrêté du ministre, du 29 *décembre* 1843, — M. Dupont, aspirant-ingénieur des mines à Montpellier, est chargé du service de la partie métallurgique du chemin de fer de Nîmes à Montpellier.

Élèves admis à l'Ecole royale des Mines, par suite du travail du jury de l'Ecole Polytechnique, du 19 *octobre* 1843 :

MM. Gauldrée-Boilleau (Philippe-Charles-Henri).
Trautmann (Louis-Emile-Théodore).
Bochet (Henri-Edouard-Joachim).

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME IV.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

CHIMIE.

MÉTALLURGIE ET MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

